



TUGAS AKHIR TERAPAN - RC 145501

STUDI KELAYAKAN PEMBANGUNAN JALAN TOL PORONG - GEMPOL

RACHMADI SETYAWAN
NRP.10111410000047

Dosen Pembimbing
Ir. ACHMAD FAIZ HADI PRAJITNO, MT.
NIP. 19630310 198903 1 004

DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUHNOPEMBER



TUGAS AKHIR TERAPAN - RC 145501

STUDI KELAYAKAN PEMBANGUNAN JALAN TOL PORONG - GEMPOL

RACHMADI SETYAWAN

NRP.10111410000047

Dosen Pembimbing

Ir. ACHMAD FAIZ HADI PRAJITNO, MT.

NIP. 19630310 198903 1 004

DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL

Fakultas Vokasi

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2018



FINAL PROJECT - TM 145547

FEASIBILITY STUDY OF PORONG - GEMPOL TOLL ROAD

RACHMADI SETYAWAN

NRP.10111410000047

Counsellor Lecturer

Ir. ACHMAD FAIZ HADI PRAJITNO, MT.

NIP. 19630310 198903 1 004

DEPARTMENT OF ENGINEERING INFRASTRUCTURE CIVIL

Faculty of Vocational

Sepuluh Nopember Institute of Technology

Surabaya 2018

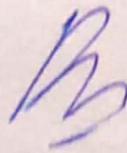
STUDI KELAYAKAN PEMBANGUNAN JALAN TOL PORONG – GEMPOL

PROYEK AKHIR TERAPAN

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar
Sarjana Sains Terapan
Pada
Konsentrasi Bangunan Transportasi
Program Studi Diploma IV Departemen Teknik Infrastruktur Sipil
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya

Surabaya , 2018

Disusun oleh :
Mahasiswa



Rachmadi Setyawan

NRP : 10111410000047

Disetujui oleh
Dosen Pembimbing

30 JUL 2018



Ir. Achmad Faiz Hadi Prajitno, M.T.

NIP. 19630310 198903 1 004



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS VOKASI

DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
Kampus ITS, Jl. Menur 127 Surabaya 60116
Telp. 031-5947637 Fax. 031-5938025
<http://www.diplomasipil-its.ac.id>

ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

Nama : 1 Rachmadi Setyawan 2
NRP : 1 101114100000047 2
Judul Tugas Akhir : Studi Kelayakan Pembangunan Jalan Tol Porong - Gempol

Dosen Pembimbing : Ir. Achmad Faiz H.P., M.T

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
1	12-02-2018	Data biaya pembebasan lahan jalan Arteri Porong baru (minta ke PU Bina Marga Jatim)		B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	05-03-2018	Dijadikan golongan 1-5 sesuai kriteria jalan tol, minta ke Jasa Marga tahun 2015, 2016, 2017 Surabaya - Gempol. Setelah dikelompokkan dibuat grafik tiap golongan. Ditambah kelayakan teknik kecepatan 120 km/jam dan 160 km/jam. Cari kapasitas per lajur lebar 3,6 m kecepatan 100 km/jam		B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				B	C	K
3	06-03-2018	Buat grafik masing-masing golongan Coba cek dari jember		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ket.
B = Lebih cepat dari jadwal
C = Sesuai dengan jadwal
K = Terlambat dari jadwal



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

FAKULTAS VOKASI

DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL

Kampus ITS, Jl. Menur 127 Surabaya 60116

Telp. 031-5947637 Fax. 031-5938025

<http://www.diplomasipil-its.ac.id>

ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

Nama : 1 Rachmadi Setyawan 2
NRP : 1 10111410000047 2
Judul Tugas Akhir : Studi Kelayakan Pembangunan Jalan Tol Porong - Gempol

Dosen Pembimbing : Ir. Achmad Faiz H.P., M.T

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
4	22-03-2018	Gambar Grafik DS				
		Ambil DS Ideal : 0,85 . Cari DS				
		mulai 2017 - 2057 di jalan tol		B	C	K
		dengan pedoman DS : 0,85 . lalu		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		apabila sudah diatas itu tambah				
		lajur				
5	27-03-2018	Gambar grafik dari semua		B	C	K
		hasil perhitungan . Ditambah		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		kurva kurva diversi . Cari Pelajari				
		FS buku FS . Kecepatan utk				
		menghitung nilai waktu diasum-				
		sikan		B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	05-04-2018	Cek BCR dan NPV , beri grafik				
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	27-04-2018	Yang (-) diberi tanda kurung ,				
		perbaiki grafik IRR , coba cek		B	C	K
		jalan papanan tangil - pasuruan ,		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Tarif tol 50% , 60% , dan 70%				

Analisa sensitivitas JICA awal dengan
 kadidyal

Ket. :
 B = Lebih cepat dari jadwal
 C = Sesuai dengan jadwal
 K = Terlambat dari jadwal

Ket. :

B = Lebih cepat dari jadwal
C = Sesuai dengan jadwal
K = Terlambat dari jadwal

Halaman ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan anugerah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **"Studi Kelayakan Pembangunan Jalan Tol Porong – Gempol"**.

Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat akademis pada program studi Diploma IV Teknik Sipil ITS. Tujuan dari penulisan Tugas Akhir ini agar mahasiswa dapat mengaplikasikan secara langsung ilmu-ilmu yang didapat selama di bangku perkuliahan pada pekerjaan langsung di lapangan.

Terwujudnya laporan Tugas Akhir ini tidak lepas dari peran, bantuan serta bimbingan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Machsus Fawzi, ST., MT selaku Kepala Jurusan Teknik Infrastruktur Bangunan Sipil Fakultas Vokasi ITS
2. Bapak Ir. Achmad Faiz Hadi Prajitno, MT selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan masukan, saran, kritik dan bimbingan sehingga penulis mampu menyelesaikan Tugas Akhir dengan baik.
3. Bapak Ridho Bayuaji, ST., MT., Ph.D.selaku dosen wali yang telah memberikan bimbingannya.
4. Orang tua dan keluarga yang telah memberikan dukungan moril dan material serta selalu mendoakan sehingga penulis mampu menyelesaikan Tugas Akhir.
5. Seluruh Bapak/Ibu Dosen dan karyawan Departemen Teknik Infrastruktur Sipil-Fakultas Vokasi-ITS.
6. Dan semua pihak yang telah membantu dan memberikan dukungan yang tidak bisa kami sebutkan satu persatu.

Halaman ini sengaja dikosongkan

STUDI KELAYAKAN PEMBANGUNAN JALAN TOL PORONG - GEMPOL

Nama Mahasiswa : Rachmadi Setyawan

NRP : 10111410000047

Dosen Pembimbing : Ir.Achmad Faiz Hadi P, M.T.

ABSTRAK

Kabupaten Sidoarjo merupakan kota yang mulai dipadati penduduk karena letak geografisnya bersebelahan dengan Kota Surabaya. Jalur tersebut merupakan jalur distribusi barang produksi untuk pabrik – pabrik yang ada di daerah Kabupaten Pasuruan maupun sebaliknya. Namun kondisi jalan nasional yang ada saat ini tidak memungkinkan tercapainya waktu tempuh yang efisien karena setiap kendaraan dengan tujuan memasuki tol Gempol – Pandaan harus keluar ke Jalan Arteri Baru Porong lalu memasuki gerbang tol Gempol Pandaan.

Untuk menyelesaikan studi ini, analisis kelayakan dilakukan dengan kontrol alinyemen horizontal, menghitung nilai penghematan dari Biaya Operasional Kendaraan (BOK) jalan eksisting dan jalan tol menggunakan persamaan PCI, nilai waktu tempuh (*time value*) jalan eksisting dan jalan tol dengan harga dasar menggunakan Produk Domestik Regional Bruto (PDRB), *Benefit Cost Ratio*(BCR), *Net Present Value* (NPV), tarif tol, dan IRR

Hasil dari studi kelayakan ini menunjukkan angka EIRR 22,68% dan Benefit Cost Ratio 346,3. Untuk kelayakan finansial, nilai Benefit Cost Ratio 13,41 dan Nilai NPV sebesar Rp26,216,796,410,183 dan FIRR sebesar 9,81%. Karena itu, Tol Porong – Gempol layak dibangun secara finansial.

Kata Kunci : Analisa Kelayakan, Kelayakan Ekonomi, Kelayakan Finansial

Halaman ini sengaja dikosongkan

FEASIBILITY STUDY ANALYSIS OF PORONG – GEMPOL TOLL ROAD

Student Name : Rachmadi Setyawan

NRP : 10111410000047

Counselor Supervisor : Ir.Achmad Faiz Hadi P, M.T.

ABSTRACT

Sidoarjo is a developing town that is starting to be crowded by citizens because geographically, it located beside Surabaya city. That road is a distribution road of goods. Before this toll road are built, every vehicle which destination is to enter Gempol – Pandaan toll road has to go out to the new arterial road of Porong and get in to the Gempol – Pandaan toll gate. This condition makes time travel goes uneffectively.

The objective of the study is to analyze the amount of vehicle operational cost saving and the feasibility study of Porong – Gempol toll road economically, financially, and technically. Economical and Financial feasibility are related with the value of Benefit Cost Ratio, Nett Present Value, and Interest Rate of Return.

The result shows that Porong – Gempol toll road is unfeasible to built. For the economical feasibility, the value of EIRR is only 22,68% and the Benefit Cost Ratio is 346,3. For financial feasibility, the benefit cost ratio is 13,41 and NPV is Rp26,216,796,410,183 and the FIRR value is 9,81% Therefore, the Porong – Gempol toll road is feasible to built financially

Keyword: Feasibility Study, Economical analysis, Financial analysis

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR ISI	
KATA PENGANTAR.....	i
ABSTRAK.....	iii
ABSTRACT	v
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR GRAFIK	xix
BAB I	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat.....	3
1.6 Lokasi Studi.....	3
BAB II.....	5
TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Umum	5
2.2. Karakteristik Jalan	5
2.2.1. Klasifikasi Menurut Fungsi Jalan.....	5
2.2.2. Klasifikasi Menurut Sistem Jaringan Jalan	6
2.2.3. Klasifikasi Jalan Menurut Tipe Jalan	7
2.2.4. Klasifikasi Jalan Menurut Kelas Jalan.....	8
2.2.5. Klasifikasi Menurut Kelas Hambatan Samping	9
2.2.6. Klasifikasi Jalan Menurut Kelas Jarak Pandang	10

2.2.7. Klasifikasi Jalan Menurut Tipe Medan Jalan.....	10
2.2.8. Klasifikasi Jalan Menurut Tipe Geometri Jalan.....	10
2.3. Jalan Tol	13
2.3.1. Ketentuan Umum	13
2.3.2. Maksud dan Tujuan	14
2.3.3. Syarat Umum.....	14
2.3.4. Syarat Teknis.....	14
2.3.5. Pengguna Jalan Tol	15
2.3.6. Penyesuaian Tarif	15
2.4. Perhitungan Kinerja Lalu Lintas.....	16
2.4.1. Umur Rencana	16
2.4.2. Volume Lalu Lintas (Q).....	16
2.4.3. Pertumbuhan Lalu Lintas.....	16
2.4.4. Ekuivalensi Kendaraan Ringan (Ekr)	17
2.4.5. Lalu Lintas Rencana	19
2.4.6. Kapasitas Jalan (C)	20
2.4.7. Derajat Kejenuhan (D_j)	24
2.4.8. Kecepatan Arus Bebas (V_B)	24
2.5. Peramalan Lalu Lintas (Analisa Trip Assignment).....	30
2.6. Studi Kelayakan Ekonomi	30
2.6.1. Biaya Operasional Kendaraan (BOK)	30
2.6.2. Penghematan Biaya Operasional Kendaraan (Saving BOK)	38

2.6.3.	Nilai Waktu (Time Value, VOT)	39
2.7.	Studi Kelayakan Finansial	40
2.7.1.	Penentuan Tarif Jalan Tol	40
2.7.2.	Pertimbangan Penentuan Tarif Tol	41
2.7.3.	Benefit Cost Ratio (B/C-R)	41
3.	Net Present Value (NPV)	42
2.7.4.	Economic Internal Rate of Return (EIRR).....	43
2.8.	Studi Kelayakan Teknik	44
2.8.1.	Standar Bentuk Tikungan	44
2.8.2.	Jari – Jari Tikungan.....	47
2.8.3.	Lengkung Peralihan	48
2.9.	Analisa Sensitivitas.....	53
BAB III	55
METODOLOGI	55
3.1.	Umum	55
3.2.	Tahap Pengerjaan	55
3.2.1.	Identifikasi Masalah	55
3.2.2.	Studi Literatur.....	55
3.2.3.	Pengumpulan Data	56
3.2.4.	Analisa Lalu Lintas	58
3.2.5.	Analisa Kelayakan	58
3.3.	Bagan Alir.....	59
BAB IV	61
DATA DAN ANALISIS	61
4.1.	Umum	61

4.2. Pengumpulan Data.....	61
4.2.1. Pendapatan Domestik Regional Bruto (PDRB)	61
4.2.2. Data Lalu Lintas	62
4.3. Perhitungan Lalu Lintas.....	63
4.3.2. Prediksi Lalu Lintas	63
4.4. Distribusi Lalu Lintas	65
4.5. Lalu Lintas Tahunan.....	67
4.6. Derajat Kejenuhan	72
74	
4.7. Biaya Operasional Kendaraan	76
4.7.1. BOK Without Project	77
4.7.2. BOK <i>With Project</i>	85
4.7.3 BOK Pada Jalan Tol	89
4.7.4. Penghematan BOK.....	92
4.8. Nilai Waktu.....	93
4.8.1 Nilai Waktu <i>Without Project</i>	97
4.8.2. Nilai Waktu <i>With Project</i>	99
4.8.3. Nilai Waktu di Tol	99
4.7.4. Penghematan Nilai Waktu.....	100
4.9. Total Penghematan	101
4.10. Analisa Kelayakan Ekonomi	101
4.10.1. Total Biaya Pembangunan (<i>Cost</i>)	102
4.10.2. Benefit	104
4.10.3. Perhitungan NPV, BCR, dan EIRR.....	107
4.11. Analisa Kelayakan Finansial	109

4.11.1. Tarif Tol.....	109
4.11.2. Benefit	111
4.11.3. Cost.....	112
4.11.4. Perhitungan NPV, BCR, dan FIRR.....	112
Grafik 4.23 Grafik <i>Financial Internal Rate of Return</i> ..	114
4.12. Analisa Kelayakan Teknik.....	114
4.13. Analisa Sensitivitas.....	117
4.13.1. Sensitivitas Tarif Tol Normal.....	117
4.13.2. Sensitivitas Tarif Diskon 20%.....	120
BAB V	121
KESIMPULAN DAN SARAN	121
5.1. Kesimpulan.....	121
5.2. Saran	122
DAFTAR PUSTAKA	123

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 1 Lokasi Proyek Jalan Tol Porong - Gempol	4
Gambar 2 1 Tikungan Full Circle.....	44
Gambar 2 2 Tikungan Spiral – Circle – Spiral	45
Gambar 2 3 Tikungan Spiral – Spiral.....	46

DAFTAR TABEL

Tabel 2 1 Kelas Hambatan Samping	9
Tabel 2 2 Kelas Jarak Pandang (KJP)	10
Tabel 2 3 Ketentuan Tipe Medan	10
Tabel 2 4 Golongan Jenis Kendaraan Bermotor.....	15
Tabel 2 5 Ekr untuk jalan 2/2TT	17
Tabel 2 6 Ekr untuk jalan 4/2T dan 4/2TT	18
Tabel 2 7 Ekr untuk jalan 6/2T.....	18
Tabel 2 8 Kapasitas Dasar Tipe Jalan 4/2	20
Tabel 2 9 Kapasitas Dasar Tipe Jalan 2/2TT.....	21
Tabel 2 10 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Lebar Jalur Lalu Lintas (FCLJ)	21
Tabel 2 11 Faktor Penyesuaian kapasitas Akibat Pemisah Arah(FC_{PA}).....	22
Tabel 2 12 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Hambatan Samping (FC_{HS}).....	22
Tabel 2 13 Kapasitas Dasar Jalur Bebas Hambatan (JBH)	23
Tabel 2 14 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Lebar Lajur Lalu Lintas (FCL).....	23
Tabel 2 15 Kecepatan Arus Bebas Dasar (VBD) untuk Jalan Luar Kota pada Alinemen Biasa	25
Tabel 2 16 Faktor Penyesuaian Akibat Perbedaan Lebar efektif Lajur Lalu Lintas (VB,W) Terhadap Kecepatan Arus Bebas KR pada berbagai Tipe Alinemen.....	26
Tabel 2 17 Faktor Penyesuaian Hambatan Samping & Lebar Bahu Terhadap Kecepatan Arus Bebas KR (FVB,HS)	27
Tabel 2 18 Faktor Penyesuaian Akibat Kelas Jalan & Tata Guna Lahan (FVB,KFJ) Terhadap Kecepatan Arus Bebas KR	28
Tabel 2 19 Kecepatan Arus Bebas Dasar (VBD) untuk Jalan Bebas Hambatan	29

Tabel 2 20 Penyesuaian Kecepatan Akibat Perbedaan Lebar Efektif Lajur Lalu Lintas (VBL) Terhadap Kecepatan Arus Bebas KR pada Berbagai Tipe Alinemen	29
Tabel 2 21 Faktor Koreksi Konsumsi Bahan Bakar Dasar Kendaraan Gol.I, Ila, I Ib.	32
Tabel 2 22 Konsumsi Minyak Pelumas (Liter/km)	33
Tabel 2 23 Faktor Koreksi Konsumsi Minyak Pelumas terhadap Kondisi Kerataan Permukaan.....	33
Tabel 2 24 Koefisien gesek maksimum berdasarkan V_r	48
Tabel 2 25 L_s min berdasarkan waktu perjalanan	49
Tabel 2 26 L_s min berdasarkan tingkat perubahan kelandaian melintang	50
Tabel 2 27 Tingkat Perubahan kelandaian melintang maksimum	51
Tabel 2 28 Hubungan parameter perenanaan lengkung horizontal	53
Tabel 4 1 Pertumbuhan PDRB Atas Dasar Harga Konstan Kabupaten Sidoarjo dan Kabupaten Pasuruan 2011-2016 (dalam persen)	61
Tabel 4 2 Pertumbuhan PDRB Atas Dasar Harga Konstan Menurut Lapangan Usaha Kabupaten Sidoarjo dan Kabupaten Pasuruan 2011-2016 (dalam persen).....	62
Tabel 4 3 Lalu Lintas Harian Arteri Baru Porong.....	62
Tabel 4 4 Lalu Lintas Tahunan Without Project	67
Tabel 4 5 Lalu Lintas Tahunan With Project	69
Tabel 4 6 Lalu Lintas Tahunan Pada Jalan Tol	70
Tabel 4 7 Harga Komponen Kendaraan Golongan 1	76
Tabel 4 8 Harga Komponen Kendaraan Golongan 2	76
Tabel 4 9 Harga Komponen Kendaraan Golongan 3	76
Tabel 4 10 Harga Komponen Kendaraan Golongan 4	77
Tabel 4 11 Harga Komponen Kendaraan Golongan 5	77
Tabel 4 12 Biaya Operasional Kendaraan Golongan 1 Without Project.....	82

Tabel 4 13 Biaya Operasional Kendaraan Golongan 2 Without Project.....	83
Tabel 4 14 Biaya Operasional Kendaraan Golongan 3 Without Project.....	83
Tabel 4 15 Biaya Operasional Kendaraan Golongan 4 Without Project.....	84
Tabel 4 16 Biaya Operasional Kendaraan Golongan 5 Without Project.....	84
Tabel 4 17 Biaya Operasional Kendaraan With Project Golongan 1	86
Tabel 4 18 Biaya Operasional Kendaraan With Project Golongan 2	86
Tabel 4 19 Biaya Operasional Kendaraan With Project Golongan 3	87
Tabel 4 20 Biaya Operasional Kendaraan With Project Golongan 4	87
Tabel 4 21 Biaya Operasional Kendaraan With Project Golongan 5	88
Tabel 4 22 Biaya Operasional Kendaraan di Tol Golongan 1.....	89
Tabel 4 23 Biaya Operasional Kendaraan di Tol Golongan 2.....	90
Tabel 4 24 Biaya Operasional Kendaraan di Tol Golongan 3.....	90
Tabel 4 25 Biaya Operasional Kendaraan di Tol Golongan 4.....	91
Tabel 4 26 Biaya Operasional Kendaraan di Tol Golongan 5.....	91
Tabel 4 27 Jumlah Penduduk Kabupaten Sidoarjo dan Pasuruan	93
Tabel 4 28 PDRB Menurut Harga Konstan Kabupaten (juta rupiah)	93
Tabel 4 29 PDRB Harga Konstan Menurut Lapangan Usaha (juta rupiah)	94
Tabel 4 30 Inflasi.....	95
Tabel 4 31 Nilai Waktu Tiap Tahun.....	96
Tabel 4 32 Biaya Pengadaan Lahan	102
Tabel 4 33 Biaya Konstruksi dan Konsultansi	102
Tabel 4 34 Biaya Operasional	102

Tabel 4 35 Suku Bunga Bank Indonesia	105
Tabel 4 36 Perhitungan Keuntungan	109
Tabel 4 37 Tarif Tol per Km	110
Tabel 4 38 Tarif Tol	110
Tabel 4 39 Waktu Tempuh Jalan Lama dan Jalan Tol Tarif Normal	117
Tabel 4 40 Perhitungan Model Regresi JICA 1 Tarif Normal ..	118
Tabel 4 41 Waktu Tempuh Jalan Lama dan Jalan Tol Tarif Diskon	120
Tabel 4 42 Perhitungan Model Regresi JICA 1 Tarif Diskon ...	120

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4 1 Persentase Kendaraan	63
Grafik 4 2 Proyeksi Lalu Lintas	65
Grafik 4 3 Persentase Kurva Diversi	66
Grafik 4 4 Derajat Kejenuhan Without Project	74
Grafik 4 5 Derajat Kejenuhan With Project	74
Grafik 4 6 Derajat Kejenuhan di Tol	75
Grafik 4 7 Biaya Operasional Kendaraan Without Project	85
Grafik 4 8 Grafik Biaya Operasional Kendaraan With Project	88
Grafik 4 9 Grafik Biaya Operasional Kendaraan di Jalan Tol	92
Grafik 4 10 Penghematan Biaya Operasional Kendaraan	92
Grafik 4 11 Nilai Waktu Tahunan Without Project	99
Grafik 4 12 Nilai Waktu Tahunan With Project	99
Grafik 4 13 Nilai Waktu di Tol	100
Grafik 4 14 Penghematan Nilai Waktu	101
Grafik 4 15 Total Penghematan Setiap Tahun	101
Grafik 4 16 Present Worth Cost Ekonomi	104
Grafik 4 17 Present Worth Benefit Ekonomi	106
Grafik 4 18 Nett Present Value Ekonomi	107
Grafik 4 19 Economic Internal Rate of Return	108
Grafik 4 20 Present Worth Benefit Finansial	111
Grafik 4 21 Present Worth Cost Finansial 4.11.4. Perhitungan NPV, BCR, dan FIRR	112
Grafik 4 22 Nett Present Value Finansial	113
Grafik 4 24 Persentase Kendaraan Melewati Jalan Tol Tarif Normal	119
Grafik 4 25 Persentase Kendaraan Melewati Jalan Tol Tarif Diskon	121

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu Negara di kawasan Asia yang sedang berkembang pesat. Terdapat beberapa faktor yang menjadi parameter kemajuan suatu Negara, salah satunya adalah dari segi pembangunan serta infrastruktur penunjang yang ada. Penyediaan jalan tol merupakan upaya untuk mencapai kemajuan tersebut. Jalan tol dimaksudkan untuk meningkatkan efisiensi distribusi guna meningkatkan pertumbuhan ekonomi (UU No.15 Tentang Jalan Tol).

Kabupaten Sidoarjo merupakan kota yang mulai dipadati penduduk karena letak geografisnya yang bersebelahan dengan Kota Surabaya. Tak hanya itu, Sidoarjo merupakan jalan utama jalur lintas utara, yang karenanya membuat Jalan Nasional antara Sidoarjo-Pasuruan yang meliputi jalan Arteri Porong - Gempol memiliki lalu lintas yang padat terutama pada jam dan hari tertentu. Kepadatan volume tersebut dikarenakan jalan tersebut merupakan jalur penghubung utama lintas utara dari arah barat menuju timur.

Jalan Nasional Sidoarjo-Gempol berpengaruh krusial terhadap pertumbuhan ekonomi kedua daerah tersebut. Jalur tersebut merupakan jalur distribusi barang produksi untuk pabrik – pabrik yang ada di daerah Kabupaten Pasuruan maupun sebaliknya. Namun kondisi jalan nasional yang ada saat ini tidak memungkinkan tercapainya waktu tempuh yang efisien karena pengguna jalan tol harus keluar ke jalan arteri baru porong dahulu dan volume kendaraan yang ada pada jalan arteri baru porong meningkat hingga terkadang terjadi kemacetan. Waktu tempuh yang tinggi berbanding lurus dengan biaya operasional kendaraan yang besar. Hal itu menimbulkan dampak dari berbagai sisi, seperti dari sisi pengguna jalan, sisi ekonomi, hingga dari sisi lingkungan. Dengan terjadinya ketidak efisienan, akan lebih banyak bahan

bakar yang teroksidasi dan akan berujung pada semakin banyaknya polusi yang keluar dari setiap kendaraan

Untuk menyelesaikan segala permasalahan tersebut, pemerintah melalui BPJT (Badan Pengatur Jalan Tol) mempertimbangkan pembangunan jalan tol yang menghubungkan antara Porong – Gempol. Dengan adanya jalan tol Porong – Gempol, diharapkan akan memperlancar transportasi dari Sidoarjo ke arah Pasuruan dalam arti meningkatkan efisiensi karena tidak perlu keluar dari jalan tol Surabaya – Porong dan melewati jalan arteri Porong serta dapat mengurangi waktu perjalanan dan biaya operasional. Tak hanya itu, dengan adanya jalan tol Porong – Gempol diharapkan akan meningkatkan tingkat pertumbuhan ekonomi dari kedua kota tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Terdapat beberapa permasalahan yang akan dibahas pada tugas akhir ini, antara lain :

1. Bagaimana kondisi eksisting jalan Porong – Gempol sebelum adanya jalan tol Porong – Gempol ?
2. Berapa persentase kendaraan yang berpindah ke jalan tol Porong-Gempol?
3. Bagaimana kelayakan jalan tol Porong Gempol ditinjau dari segi analisis ekonomi, finansial, teknik, dan sensitivitas ?

1.3 Tujuan

Dengan adanya permasalahan tersebut, maka tujuan dari tugas akhir ini adalah :

1. Mengetahui kondisi eksisting jalan penghubung Porong – Gempol atau sebaliknya sebelum dibangun jalan tol Porong – Gempol.
2. Mengetahui persentase kendaraan yang berpindah ke jalan tol Porong-Gempol

3. Mengetahui kelayakan jalan tol Porong – Gempol ditinjau dari segi analisis ekonomi, finansial, teknik, dan sensitivitas ?

1.4 Batasan Masalah

Agar penulisan tugas akhir ini tidak terjadi penyimpangan dalam pembahasan masalah, maka perlu adanya batasan masalah sebagai berikut :

- 1) Studi ini hanya meninjau jalan tol Porong - Gempol
- 2) Kelayakan jalan ditinjau dari segi ekonomi dan segi finansial
- 3) Perhitungan analisa ekonomi dan finansial hanya didasarkan nilai Benefit Cost Ratio, net present value, dan Internal Rate of Return
- 4) Tidak memperhitungkan kerugian dan peningkatan pendapatan dari bidang sosial dan hasil produk disekitar daerah.
- 5) Tidak membahas pelaksanaan pekerjaan di lapangan, perencanaan jalan, perhitungan struktur pile slab dan sejenisnya, pembuatan saluran drainase dan pengolahan data-data tanah di laboratorium dan di lapangan.

1.5 Manfaat

Dengan adanya studi kelayakan ini, diharapkan dapat bermanfaat untuk rekomendasi kelayakan pembangunan jalan tol untuk mengatasi masalah kemacetan pada jalan yang sudah ada.

1.6 Lokasi Studi

Kegiatan ini akan mencakup wilayah analisis Kabupaten Sidoarjo dan Kabupaten Pasuruan secara khusus dan Provinsi Jawa Timur secara umum sebagai wilayah sekitarnya



Gambar 1.1 Lokasi Proyek Jalan Tol Porong - Gempol

Keterangan :

— : Trase Jalan Tol Porong – Gempol

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Umum

Suatu teori penunjang yang menguraikan teori yang akan digunakan sebagai bahan dalam penyusunan konsep yang akan digunakan dalam penelitian, dalam hal ini studi kelayakan jalan tol Porong – Gempol.

2.2. Karakteristik Jalan

2.2.1. Klasifikasi Menurut Fungsi Jalan

Berdasarkan Peraturan Pemerintah No.34 Tahun 2006 pasal 9 – 11, klasifikasi menurut fungsi jalan terbagi atas:

1. Jalan Arteri

Jalan Arteri merupakan jalan yang melayani angkutan utama dengan ciri-ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi secara efisien.

2. Jalan kolektor

Jalan kolektor merupakan jalan yang melayani angkutan pengumpul/pembagi dengan ciri-ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang dan jumlah jalan masuk dibatasi.

3. Jalan Lokal

Jalan lokal merupakan jalan yang melayani angkutan setempat dengan ciri-ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi

2.2.2. Klasifikasi Menurut Sistem Jaringan Jalan

Berdasarkan Peraturan Pemerintah No.34 Tahun 2006 pasal 6 - 8 maka sistem jaringan jalan dapat diklasifikasikan menjadi 2 yaitu :

1. Sistem Jaringan Jalan Primer

Yaitu sistem jaringan jalan yang disusun mengikuti ketentuan pengaturan tata ruang dan struktur pengembangan wilayah tingkat nasional. Jaringan jalan ini menghubungkan simpul – simpul jasa distribusi dalam satuan wilayah pengembangan secara menerus antara kota jenjang kesatu, kota jenjang kedua, kota jenjang ketiga, dan kota jenjang dibawahnya sampai ke persil. Sistem jaringan jalan primer dibagi 3, yaitu :

- a. Jalan arteri primer yaitu jalan yang menghubungkan kota jenjang kesatu yang letaknya berdampingan atau menghubungkan kota jenjang keesatu dengan kota jenjang kedua.
- b. Jalan kolektor primer yaitu jalan yang menghubungkan kota jenjang kedua dengan kota jenjang kedua atau menghubungkan kota jenjang kedua dengan kota jenjang ketiga.
- c. Jalan lokal primer yaitu jalan yang menghubungkan kota jenjang kesatu dengan persil atau menghubungkan kota jenjang kedua dengan persil atau menghubungkan kota jenjang ketiga dengan kota jenjang ketiga atau menghubungkan kota jenjang ketiga dengan kota jenjang dibawahnya sampai persil.

2. Sistem Jaringan Jalan Sekunder

Yaitu sistem jaringan jalan yang disusun mengikuti ketentuan pengaturan tata ruang kota yang menghubungkan kawasan – kawasan yang mempunyai fungsi primer, fungsi sekunder kesatu, fungsi sekunder ketiga dan seterusnya sampai ke perumahan.

Sistem jaringan jalan sekunder dibagi menjadi 3 yaitu

- a. Jalan arteri sekunder yaitu jalan yang menghubungkan kawasan primer dengan kawasan sekunder kesatu atau menghubungkan kawasan sekunder kesatu dengan kawasan sekunder kesatu atau menghubungkan kawasan sekunder kesatu dengan kawasan sekunder kedua.
- b. Jalan kolektor sekunder yaitu jalan yang menghubungkan kawasan sekunder kedua dengan kawasan sekunder kedua atau menghubungkan kawasan sekunder kedua dengan kawasan sekunder ketiga.
- c. Jalan lokal sekunder yaitu jalan yang menghubungkan kawasan sekunder kesatu dengan perumahan atau menghubungkan kawasan sekunder kedua dengan perumahan, kawasan sekunder ketiga dan seterusnya sampai ke perumahan.

2.2.3. Klasifikasi Jalan Menurut Tipe Jalan

Berbagai tipe jalan akan menunjukkan kinerja yang berbeda pada pembebanan lalu lintas tertentu, tipe jalan ditunjukkan dengan potongan melintang jalan yang ditunjukkan oleh jumlah lajur dan arah pada setiap segmen jalan (PKJI,2014).

Konfigurasi jumlah lajur dan arah jalan, terdapat lima tipe jalan untuk Jalan Luar Kota yang digunakan dalam PKJI 2014, yaitu :

- 2 lajur 1 arah (2/1)
- 2 lajur 2 arah tak terbagi (2/2TT)
- 4 lajur 2 arah tak terbagi (4/2TT)
- 4 lajur 2 arah tak terbagi (4/2T)

- 6 lajur 2 arah terbagi (6/2T)

2.2.4. Klasifikasi Jalan Menurut Kelas Jalan

Sesuai UU no 22 tahun 2009, untuk keperluan pengaturan penggunaan dan pemenuhan kebutuhan angkutan, jalan dibagi dalam beberapa kelas yang didasarkan pada kebutuhan transportasi, pemilihan moda secara tepat dengan mempertimbangkan keunggulan karakteristik masing-masing moda, perkembangan teknologi kendaraan bermotor, muatan sumbu terberat kendaraan bermotor serta konstruksi jalan. Pengelompokkan jalan menurut muatan sumbu yang disebut juga kelas jalan, terdiri dari :

a. Jalan Kelas I

Yaitu jalan arteri dan kolektor yang dapat dilalui kendaraan bermotor termasuk muatan dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 mm, ukuran panjang tidak melebihi 18.000 mm, ukuran paling tinggi 4.200 mm dan muatan sumbu terberat sebesar 10 ton.

b. Jalan Kelas II

Yaitu jalan arteri, kolektor, lokal dan lingkungan yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan kuran lebar tidak melebihi 2.500 mm, ukuran panjang tidak melebihi 12.000 mm, ukuran paling tinggi 4.200 mm dan muatan sumbu terberat sebesar 8 ton.

c. Jalan Kelas III

Yaitu jalan arteri, kolektor, lokal dan lingkungan yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.100 mm, ukuran panjang tidak melebihi 9.000 mm, ukuran paling tinggi 3.500 mm dan muatan sumbu terberat sebesar 8 ton.

d. Jalan Kelas Khusus

Yaitu jalan arteri yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar melebihi 2.500 mm, ukuran panjang melebihi 18.000 mm, ukuran paling tinggi 4.200 mm dan muatan sumbu terberat lebih dari 10 ton.

2.2.5. Klasifikasi Menurut Kelas Hambatan Samping

Hambatan samping adalah pengaruh kegiatan di samping ruas jalan terhadap kinerja lalu lintas untuk lintas antar kota, faktor hambatan samping ini berpengaruh lebih besar daripada lalu lintas perkotaan karena lalu lintas antar kota membutuhkan keleluasaan berkendara lebih besar daripada lalu lintas dalam kota yang merupakan perjalanan jarak pendek. Hambatan samping diklasifikasikan dalam beberapa kelas, yaitu :

Tabel 2 1 Kelas Hambatan Samping

Kelas Hambatan Samping	Frekuensi Kejadian di Kedua Sisi Jalan	Ciri – ciri Khusus
Sangat Rendah	< 50	Pedesaan : pertanian atau belum berkembang
Rendah	50 – 150	Pedesaan : beberapa bangunan dan kegiatan samping jalan
Sedang	150 – 250	Kampung : kegiatan pemukiman
Tinggi	250 – 350	Kampung : beberapa kegiatan pasar

Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2014 Hal.4

2.2.6. Klasifikasi Jalan Menurut Kelas Jarak Pandang

Jarak pandang adalah jarak maksimum dimana pengemudi (dengan tinggi mata 1,2 m) mampu melihat kendaraan lain atau suatu benda tetap dengan ketinggian tertentu (1,3 m). Kelas jarak pandang ditentukan berdasarkan persentase dari segmen jalan yang mempunyai jarak pandang >300 m.

Tabel 2 2 Kelas Jarak Pandang (KJP)

Kelas Jarak Pandang	% Segmen dengan Jarak Pandang Minimum 300 m
A	>70%
B	30% - 70%
C	<30%

Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2014 Hal.4

2.2.7. Klasifikasi Jalan Menurut Tipe Medan Jalan

Klasifikasi tipe medan sehubungan dengan topografi daerah yang dilewati jalan, berdasarkan kemiringan melintang yang tegak lurus pada sumbu segmen jalan. Pengklasifikasiannya adalah sebagai berikut :

Tabel 2 3 Ketentuan Tipe Medan

Jenis Medan	Kemiringan Medan (%)
Datar	0 – 9,9
Bukit	10 – 24,9
Gunung	> 25

Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2014 Hal.7

2.2.8. Klasifikasi Jalan Menurut Tipe Geometri Jalan

Tipe geometri jalan digunakan untuk menganalisa kapasitas jalan, untuk menganalisisnya disesuaikan dengan PKJI. Tipe jalan dibagi menjadi 4, yaitu:

1) Jalan dua- lajur dua-arrah tak terbagi (2/2TT)

Tipe jalan ini meliputi semua jalan dua-arrah dengan lebar jalur sampai dengan 11 meter. Untuk jalan dua-arrah yang lebih lebar dari 11 meter, maka cara beroperasinya jalan dapat dipertimbangkan sebagai jalan 2/2TT atau jalan 4/2TT (selama arus lalu lintasnya tinggi), sehingga dasar pemilihan prosedur perhitungan harus disesuaikan dengan tipe jalannya. Kondisi geometrik dasar tipe jalan 2/2TT, yang digunakan untuk menentukan kecepatan arus bebas dan kapasitas, didefinisikan sebagai berikut :

Elemen Geometrik

Lebar jalur lalu lintas efektif	: 7,00 m
Lebar bahu efektif	: 1,50 m pada masing-masing sisi (bahu yang tidak diperkeras tidak sesuai untuk lintasan kendaraan bermotor)
Median	: Tidak ada
Pemisah arah lalu lintas per arah	: 50% - 50%
Tipe alinemen jalan	: Datar
Guna lahan	: Tidak ada pengembangan samping jalan
Kelas hambatan samping	: Rendah
Kelas fungsi jalan	: Jalan Arteri
Kelas jarak pandang	: A

2) Jalan empat-lajur dua-arrah tak terbagi (4/2TT)

Tipe jalan ini meliputi semua jalan dua-arrah tak terbagi dengan marka lajur untuk empat lajur dan lebar total jalur lalu lintas tak terbagi antara 12 sampai dengan 15 meter. Kondisi geometrik dasar tipe jalan 4/2TT didefinisikan sebagai berikut :

Elemen geometrik

Lebar jalur lalu lintas efektif	: 14,00 m
---------------------------------	-----------

Lebar bahu efektif : 1,50 m pada masing-masing sisi. (*Bahu tidak diperkeras tidak sesuai untuk lintasan kendaraan bermotor*)

Median : Tidak ada

Pemisahan arus lalu lintas per arah : 50%-50%

Tipe alinemen jalan : Datar

Guna lahan : Tidak ada

Kelas hambatan samping : Rendah

Kelas fungsi jalan : Jalan arteri

Kelas jarak pandang : A

3) Jalan empat-lajur dua-arah terbagi (4/2T)

Tipe jalan ini meliputi semua jalan dua-arah dengan dua jalur lalu lintas yang dipisahkan oleh median. Setiap jalur lalu lintas mempunyai dua lajur bermarka dengan lebar antara 3,00 - 3,75 m. Kondisi geometrik dasar tipe jalan 4/2T didefinisikan sebagai berikut:

Elemen geometrik

Lebar jalur lalu lintas efektif : 2 x 7,00m

Lebar bahu efektif : 2,00m diukur sebagai lebar bahu dalam + bahu luar untuk setiap jalur lalu lintas (*Bahu tidak diperkeras tidak sesuai untuk lintasan kendaraan bermotor*)

Median : Ada

Pemisahan arus lalu lintas per arah : 50%-50%

Tipe alinemen jalan : Datar

Guna lahan : Tidak ada

Kelas hambatan samping : Rendah

Kelas fungsi jalan : Jalan arteri

Kelas jarak pandang : A

4) Jalan enam-lajur dua-arah terbagi (6/2T)

Elemen Geometrik

Lebar jalur lalu lintas efektif	: 2 x 10,50 m
Lebar bahu efektif	: 2,00 m diukur sebagai lebar bahu dalam + bahu luar untuk setiap jalur lalu lintas. (Bahu tidak diperkeras tidak sesuai untuk lintasan kendaraan bermotor)
Median	: Ada
Pemisah arah lalu lintas per arah	: 50% - 50%
Tipe alinemen jalan	: Datar
Guna lahan samping jalan	: Tidak ada
Kelas hambatan samping	: Rendah
Kelas fungsi jalan	: Jalan Arteri
Kelas jarak pandang	: A

2.3. Jalan Tol

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 15 Tahun 2005 Tentang Jalan Tol, menyatakan beberapa uraian sebagai berikut :

2.3.1. Ketentuan Umum

- 1) Jalan tol adalah jalan umum yang merupakan bagian sistem jaringan jalan dan sebagai jalan nasional yang penggunaannya diwajibkan membayar tol.
- 2) Tol adalah sejumlah uang tertentu yang dibayarkan untuk penggunaan jalan tol.
- 3) Pengguna jalan tol adalah setiap orang yang menggunakan kendaraan bermotor dengan membayar tol.

2.3.2. Maksud dan Tujuan

- 1) Penyelenggaraan jalan tol dimaksudkan untuk mewujudkan pemerataan pembangunan dan hasil-hasilnya serta keseimbangan dalam pengembangan wilayah dengan memperhatikan keadilan, yang dapat dicapai dengan membina jaringan jalan yang dananya berasal dari pengguna jalan.
- 2) Penyelenggaraan jalan tol bertujuan meningkatkan efisiensi pelayanan jasa distribusi guna menunjang peningkatan pertumbuhan ekonomi terutama di wilayah yang sudah tinggi tingkat perkembangannya.

2.3.3. Syarat Umum

- 1) Jalan tol merupakan lintas alternatif dari ruas jalan umum yang ada.
- 2) Jalan tol dapat tidak merupakan lintas alternatif apabila pada kawasan yang bersangkutan belum ada jalan umum dan diperlukan untuk mengembangkan suatu kawasan tertentu.
- 3) Ruas jalan sekurang-kurangnya mempunyai fungsi arteri atau kolektor.
- 4) Dalam hal jalan tol bukan merupakan lintas alternatif, jalan tol hanya dapat dihubungkan ke dalam jaringan jalan umum pada ruas yang sekurang-kurangnya mempunyai fungsi kolektor.

2.3.4. Syarat Teknis

- 1) Jalan tol mempunyai tingkat pelayanan keamanan dan kenyamanan yang lebih tinggi dari jalan umum yang ada dan dapat melayani arus lalu lintas jarak jauh dengan mobilitas tinggi.
- 2) Jalan tol yang digunakan untuk lalu lintas antarkota didesain berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 80 (delapan puluh) kilometer per jam.

- 3) Jalan tol didesain untuk mampu menahan muatan sumbu terberat (MST) paling rendah 8 (delapan) ton.

2.3.5. Pengguna Jalan Tol

- 1) Jalan tol hanya diperuntukkan bagi pengguna jalan yang menggunakan kendaraan bermotor roda empat atau lebih.
- 2) Kendaraan bermotor dikelompokkan berdasarkan jenis angkutan dan tonasenya.

Tabel 2 4 Golongan Jenis Kendaraan Bermotor

Golongan	Jenis Kendaraan
Golongan I	Sedan, Jip, Pick Up/Truk Kecil, dan Bus
Golongan II	Truk dengan 2 (dua) gandar
Golongan III	Truk dengan 3 (tiga) gandar
Golongan IV	Truk dengan 4 (empat) gandar
Golongan V	Truk dengan 5 (lima) gandar atau lebih

2.3.6. Penyesuaian Tarif

- 1.) Evaluasi dan penyesuaian tarif tol dilakukan setiap 2 (dua) tahun sekali oleh BPJT berdasarkan tarif lama yang disesuaikan dengan pengaruh inflasi sesuai dengan formula:

$$\text{Tarif baru} = \text{tarif lama} (1 + \text{inflasi}).$$
- 2.) BPJT merekomendasikan hasil evaluasi penyesuaian tarif tol kepada Menteri.
- 3.) Menteri menetapkan pemberlakuan penyesuaian tarif tol.

2.4. Perhitungan Kinerja Lalu Lintas

Kendaraan pengguna jalan perlu ditinjau klasifikasinya menurut Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia tahun 2014 (PKJI 2014) sehingga dapat direncanakan kebutuhan jalan sesuai dengan kendaraan yang melewatinya.

2.4.1. Umur Rencana

Umur rencana perkerasan jalan ditentukan atas pertimbangan klasifikasi fungsional jalan, pola lalu-lintas serta nilai ekonomi jalan yang bersangkutan, yang dapat ditentukan antara lain dengan metode Benefit Cost Ratio, Internal Rate of Return, kombinasi dari metode tersebut atau cara lain yang tidak terlepas dari pola pengembangan wilayah. Umumnya perkerasan beton semen dapat direncanakan dengan umur rencana (UR) 20 tahun sampai 40 tahun.

2.4.2. Volume Lalu Lintas (Q)

Untuk perencanaan jalan baru maka diperlukan suatu kemampuan memperkirakan volume lalu lintas kendaraan yang diharapkan melalui jalan baru tersebut nantinya. Volume lalu lintas adalah jumlah kendaraan yang melewati suatu segmen jalan selama periode tertentu. Volume lalu lintas ini diperoleh dari hasil perhitungan pencatatan lalu lintas (*traffic counting*) ataupun meminta data dari dinas perhubungan atau konsultan di daerah tersebut. Dari volume lalu lintas tersebut dapat diketahui :

- 1) Lalu lintas harian rata-rata
- 2) Komposisi lalu lintas

2.4.3. Pertumbuhan Lalu Lintas

Volume lalu-lintas akan bertambah sesuai dengan umur rencana atau sampai tahap di mana kapasitas jalan dicapai dengan faktor pertumbuhan lalu-lintas yang dapat ditentukan berdasarkan rumus sebagai berikut :

$$R = (1 + i)^{UR} \quad (2.1)$$

Dimana :

R = Faktor pertumbuhan lalu lintas

I = Laju pertumbuhan lalu lintas per tahun dalam %.

UR = Umur rencana (tahun)

2.4.4. Ekivalensi Kendaraan Ringan (Ekr)

Ekivalensi kendaraan ringan (Ekr) merupakan faktor dari beberapa tipe kendaraan dibandingkan terhadap kendaraan ringan sehubungan dengan pengaruhnya kepada kecepatan kendaraan ringan dalam arus campuran (untuk kendaraan ringan yang sama sasisnya memiliki ekr = 1,0). Nilai konversi dari berbagai jenis kendaraan seperti pada Tabel 2.3, Tabel 2.4, dan Tabel 2.5 berikut:

Tabel 2 5 Ekr untuk jalan 2/2TT

Tipe alinenemen	Arus Total (Kend./jam)	Ekr					
		KBM	BB	TB	SM		
					Lebar Jalur Lalu Lintas		
					< 6m	6 - 8m	> 8m
Datar	0	1,2	1,2	1,8	0,8	0,6	0,4
	800	1,8	1,8	2,7	1,2	0,9	0,6
	1350	1,5	1,6	2,5	0,9	0,7	0,5
	≥ 1900	1,3	1,5	2,5	0,6	0,5	0,4
Bukit	0	1,8	1,6	5,2	0,7	0,5	0,3
	650	2,4	2,5	5,0	1,0	0,8	0,5
	1100	2,0	2,0	4,0	0,8	0,6	0,4
	≥ 1600	1,7	1,7	3,2	0,5	0,4	0,3
Gunung	0	3,5	2,5	6,0	0,6	0,4	0,2
	450	3,0	3,2	5,5	0,9	0,7	0,4
	900	2,5	2,5	5,0	0,7	0,5	0,3
	≥ 1350	1,9	2,2	4,0	0,5	0,4	0,3

Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2014 Hal.37

Tabel 2 6 Ekr untuk jalan 4/2T dan 4/2TT

Tipe alinemen	Arus Total		Ekr			
	Arus total pada jalan 4/2T	Arus total pada jalan 4/2TT	KBM	BB	TB	SM
	(Kend/jam)	(Kend/jam)				
Datar	0	0	1,2	1,2	1,6	0,5
	1000	1700	1,4	1,4	2,0	0,6
	1800	3250	1,6	1,7	2,5	0,8
	≥ 2150	≥ 3950	1,3	1,5	2,0	0,5
Bukit	0	0	1,8	1,6	4,8	0,4
	750	1350	2,0	2,0	4,6	0,5
	1400	2500	2,2	2,2	4,3	0,7
	≥ 1750	≥ 3150	1,8	1,9	3,5	0,4
Gunung	0	0	3,2	2,2	5,5	0,3
	550	1000	2,9	2,6	5,1	0,4
	1100	2000	2,6	2,9	4,8	0,6
	≥ 1500	≥ 2700	2,0	2,4	3,8	0,3

Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2014 Hal.38

Tabel 2 7 Ekr untuk jalan 6/2T

Tipe alinemen	Arus total pada jalan 4/2T	Ekr			
		KBM	BB	TB	SM
	(Kend/jam)				
Datar	0	1,2	1,2	1,6	0,5
	1500	1,4	1,4	2,0	0,6
	2750	1,6	1,7	2,5	0,8
	≥ 3250	1,3	1,5	2,0	0,5
Bukit	0	1,8	1,6	4,8	0,4
	1100	2,0	2,0	4,6	0,5
	2100	2,2	2,3	4,3	0,7
	≥ 2650	1,8	1,9	3,5	0,4
Gunung	0	3,2	2,2	5,5	0,3
	800	2,9	2,6	5,1	0,4
	1700	2,6	2,9	4,8	0,6
	≥ 2300	2,0	2,4	3,8	0,3

Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2014 Hal.40

Dimana:

KBM (Kendaraan Besar Menengah) : Kendaraan bermotor dengan dua as, dengan jarak gandar 3,5-5,0 m (termasuk bis kecil, truk dua gandar dengan enam roda, sesuai klasifikasi kendaraan Bina Marga)

BB (Bis Besar) : Bis dengan dua atau tiga gandar dengan jarak gandar 5,0 – 6,0 m

TB (Truk Besar) : Truk tiga gandar dan truk kombinasi dengan jarak gandar (gandar pertama ke kedua) < 3,5 m (sesuai sistem klasifikasi Bina Marga)

SM (Sepeda Motor) : Sepeda motor dengan dua atau tiga roda (meliputi sepeda motor dan kendaraan roda tiga sesuai sistem klasifikasi Bina Marga)

2.4.5 Lalu Lintas Rencana

Lalu-lintas rencana adalah jumlah kumulatif sumbu kendaraan niaga pada lajur rencana selama umur rencana, meliputi proporsi sumbu serta distribusi beban pada setiap jenis sumbu kendaraan. Beban pada suatu jenis sumbu secara tipikal dikelompokkan dalam interval 10 kN (1 ton) bila diambil dari survai beban. Jumlah sumbu kendaraan niaga selama umur rencana dihitung dengan rumus berikut :

$$V_t = V_o \times 365 \times R \quad (2.2)$$

Dimana :

V_t = Jumlah total kendaraan per tahun pada umur rencana n tahun.

V_o = Jumlah total kendaraan per hari pada umur rencana n tahun.

R = Faktor pertumbuhan lalu lintas

2.4.6. Kapasitas Jalan (C)

2.4.6.1. Kapasitas Jalan Luar Kota

Kapasitas didefinisikan sebagai arus maksimum yang dapat dipertahankan per satuan jam yang melewati suatu segmen jalan dalam kondisi yang ada. Persamaan umum untuk menentukan kapasitas jalan luar kota adalah:

$$C = C_0 \times FC_{LJ} \times FC_{PA} \times FC_{HS} \text{ (skr/jam)} \quad (2.3)$$

Dimana:

C = Kapasitas (skr/jam)

C_0 = Kapasitas dasar (skr/jam)

FC_{LJ} = Faktor penyesuaian lebar jalan

FC_{PA} = Faktor penyesuaian pemisah arah (hanya untuk jalan tak terbagi)

FC_{HS} = Faktor penyesuaian hambatan samping dan bahu jalan

Tabel 2 8 Kapasitas Dasar Tipe Jalan 4/2

Tipe Jalan	Tipe Alinemen	Kapasitas Dasar
		(smp/jam/lajur)
4/2T	Datar	1900
	Bukit	1850
	Gunung	1800
4/2TT	Datar	1700
	Bukit	1650
	Gunung	1600

Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2014 Hal.55

Tabel 2 9 Kapasitas Dasar Tipe Jalan 2/2TT

Tipe Jalan	Tipe Alinemen	Kapasitas Dasar
		(smp/jam/lajur)
2/2TT	Datar	3100
	Bukit	3000
	Gunung	2900

Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2014 Hal.55

Tabel 2 10 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Lebar Jalur Lalu Lintas (FCLJ)

Tipe Jalan	Lebar Efektif Jalur Lalu Lintas (LU-E),m		FCLJ
4/2T & 6/2T	Per Lajur	3	0,91
		3,25	0,96
		3,5	1
		3,75	1,03
4/2TT	Per Lajur	3	0,91
		3,25	0,96
		3,5	1
		3,75	1,03
2/2TT	Total Dua Arah	5	0,69
		6	0,91
		7	1
		8	1,08
		9	1,15
		10	1,21
		11	1,27

Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2014 Hal.56

Catatan : Faktor penyesuaian kapasitas jalan dengan lebih dari enam lajur dapat ditentukan dengan menggunakan angka-angka per lajur yang diberikan untuk jalan empat-dan enam-lajur dalam Tabel 2.15

Tabel 2 11 Faktor Penyesuaian kapasitas Akibat Pemisah Arah(FC_{PA})

Pemisah Arah SP %-%		50-50	50-45	60-40	63-35	70-30
FCSP	Dua Lajur 2L2A	1	0,97	0,94	0,91	0,88
	Empat Lajur 4L2A	1	0,975	0,95	0,925	0,9

Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2014 Hal.56

Catatan : Untuk jalan terbagi, faktor penyesuaian kapasitas akibat pemisahan arah tidak dapat diterapkan dan bernilai 1,0.

Tabel 2 12 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Hambatan Samping (FC_{HS})

Tipe Jalan	Kelas Hambatan Samping	Faktor Penyesuaian Akibat Hambatan Samping (FC_{HS})			
		Lebar Bahu Efektif LBE, m			
		$\leq 0,5$	1	1,5	≥ 2
4/2T	Sangat Rendah	0,99	1	1,01	1,03
	Rendah	0,96	0,97	0,99	1,01
	Sedang	0,93	0,95	0,96	0,99
	Tinggi	0,9	0,92	0,95	0,97
	Sangat Tinggi	0,88	0,9	0,93	0,96
2/2TT & 4/2TT	Sangat Rendah	0,97	0,99	1	1,02
	Rendah	0,93	0,95	0,97	1
	Sedang	0,88	0,91	0,94	0,98
	Tinggi	0,84	0,87	0,91	0,95
	Sangat Tinggi	0,8	0,83	0,88	0,93

Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2014 Hal.57

Catatan : Faktor penyesuaian kapasitas untuk 6-lajur dapat ditentukan dengan menggunakan nilai FC_{HS} untuk jalan empat lajur yang diberikan pada Tabel 2.17, disesuaikan seperti digambarkan di bawah:

$$FC_{6,HS} = 1 - 0,8 (1 - FC_{4,SF}) \quad (2.4)$$

Dimana:

$FC_{6,HS}$ = Faktor penyesuaian kapasitas untuk jalan enam lajur

$FC_{4,HS}$ = Faktor penyesuaian kapasitas untuk jalan empat lajur

2.4.6.2. Kapasitas Jalan Bebas Hambatan

Sedangkan untuk kapasitas jalan tol menggunakan persamaan dan tabel penyesuaian dibawah ini:

$$C = C_0 \times FC_L \quad (2.5)$$

Tabel 2 13 Kapasitas Dasar Jalur Bebas Hambatan (JBH)

Tipe JBH/Tipe Alinemen	Kapasitas Dasar (Skr/Jam/Lajur)
JBH 4/2 & JBH 6/2	
Datar	2300
Bukit	2250
Gunung	2150

Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2014

Tabel 2 14 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Lebar Lajur Lalu Lintas (FCL)

Tipe Jalan	Lebar Efektif Jalur Lalu Lintas (LLJ-E) , m	(FCLJ)
JBH 4/2 & JBH 6/2	Per - Lajur	
	3,25	0,96
	3,5	1
	3,75	1,03

Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2014

2.4.7. Derajat Kejenuhan (D_J)

Berdasarkan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia tahun 2014, derajat kejenuhan didefinisikan sebagai rasio arus terhadap kapasitas, digunakan sebagai faktor kunci dalam penentuan kinerja lalu lintas pada simpang dan juga segmen jalan. Derajat kejenuhan ini nantinya dapat digunakan untuk mengevaluasi kinerja suatu jalan yang menunjukkan apakah suatu segmen jalan mempunyai masalah kapasitas atau tidak. Derajat kejenuhan dinyatakan dalam persamaan :

$$D_J = \frac{Q}{C} \quad (2.6)$$

Dimana:

D_J = Derajat kejenuhan

Q = Volume lalu lintas

C = Kapasitas Jalan

Apabila dari perhitungan didapatkan $D_J < 0,75$ maka jalan tersebut masih dapat melayani kendaraan yang melewati ruas jalan tersebut dengan baik. Apabila diperoleh $D_J \geq 0,75$ maka jalan tersebut sudah tidak mampu melayani kendaraan yang melewati ruas jalan tersebut. Hubungan antara D_J dengan tingkat pelayanan seperti ditunjukkan pada tabel berikut ini :

2.4.8. Kecepatan Arus Bebas (V_B)

2.4.8.1. Kecepatan Arus Bebas Jalan Luar Kota

Menurut PKJI 2014, kecepatan arus bebas didefinisikan sebagai kecepatan pada tingkat arus mendekati nol (atau kerapatan mendekati nol), sesuai dengan kecepatan yang akan dipilih pengemudi seandainya mengendarai kendaraan bermotor tanpa halangan kendaraan bermotor lainnya. Bentuk umum persamaan untuk menentukan kecepatan arus bebas jalan luar kota adalah:

$$V_B = (V_{BD} + V_{B,D}) \times FV_{B,HS} \times FV_{B,KFJ} \quad (2.7)$$

Dimana:

V_B = Kecepatan arus bebas kendaraan ringan pada kondisi lapangan (km/jam)

V_{BD} = Arus bebas dasar kendaraan ringan pada jalan dan alinemen yang diamati
(km/jam)

$V_{B,W}$ = Penyesuaian kecepatan akibat lebar jalan
(km/jam)

$FV_{B,HS}$ = Faktor penyesuaian akibat hambatan samping dan lebar bahu

$FV_{B,KFJ}$ = Faktor penyesuaian akibat kelas fungsi dan guna lahan

Tabel 2 15 Kecepatan Arus Bebas Dasar (VBD) untuk Jalan Luar Kota pada Alinemen Biasa

Tipe Jalan/Tipe Alinemen/(Kelas Jarak Pandang)		Kecepatan Arus Bebas Dasar (Km/jam)				
		KR	KBM	BB	TB	SM
1.	Enam-Lajur terbagi					
a.	Datar	83	67	86	64	64
b.	Bukit	71	56	56	52	58
c.	Gunung	62	45	45	40	55
2.	Empat-Lajur terbagi					
a.	Datar	78	65	81	62	64
b.	Bukit	68	55	66	51	58
c.	Gunung	60	44	53	39	55
3.	Empat-Lajur tak terbagi					
a.	Datar	74	63	78	60	60
b.	Bukit	66	54	65	50	56
c.	Gunung	58	43	53	39	53
4.	Dua-Lajur tak terbagi					
a.	Datar KJP : A	68	60	73	58	55
b.	Datar KJP : B	65	57	69	55	54
c.	Datar KJP :C	61	54	63	52	53
d.	Bukit	61	52	62	49	53
e.	Gunung	55	42	50	38	51

Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2014 Hal.47

Tabel 2 16 Faktor Penyesuaian Akibat Perbedaan Lebar efektif Lajur Lalu Lintas (VB,W) Terhadap Kecepatan Arus Bebas KR pada berbagai Tipe Alinemen

Tipe Jalan	Lebar Lajur Efektif (LLE) (m)	FVW (Km/jam)		
		Datar : KJP = A,B	Bukit : KJP = A,B,C	Gunung
			Datar : KJP = C	
4/2T dan 6/2 T	Per-Lajur			
	3	-3	-3	-2
	3,25	-1	-1	-1
	3,5	0	0	0
	3,75	2	2	2
4/2TT	Per-Lajur			
	3	-3	-2	-1
	3,25	-1	-1	-1
	3,5	0	0	0
	3,75	2	2	2
2/2TT	Total			
	5	-11	-9	-7
	6	-2	-2	-1
	7	0	0	0
	8	1	1	0
	9	2	2	1
	10	3	3	2
	11	3	3	2

Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2014 Hal.49

Catatan : Untuk jalan dengan lebih dari enam lajur, nilai-nilai pada Tabel 2.8 untuk jalan 6/2T dapat digunakan.

Tabel 2 17 Faktor Penyesuaian Hambatan Samping & Lebar Bahu Terhadap Kecepatan Arus Bebas KR (FVB,HS)

Tipe Jalan	Kelas Hambatan Samping (KHS)	Faktor Penyesuaian Akibat Hambatan Samping & Lebar Bahu			
		Lebar Bahu Efektif (LBE) (m)			
		≤ 0,5m	1m	1,5m	≥ 2m
4/2TT	Sangat Rendah	1,00	1,00	1,00	1,00
	Rendah	0,98	0,98	0,98	0,99
	Sedang	0,95	0,95	0,96	0,98
	Tinggi	0,91	0,92	0,93	0,97
	Sangat Tinggi	0,86	0,87	0,89	0,86
2/2TT	Sangat Rendah	1,00	1,00	1,00	1,00
	Rendah	0,96	0,97	0,97	0,98
	Sedang	0,92	0,94	0,95	0,97
	Tinggi	0,88	0,89	0,90	0,96
	Sangat Tinggi	0,81	0,83	0,85	0,95
4/2T	Sangat Rendah	1,00	1,00	1,00	1,00
	Rendah	0,96	0,97	0,97	0,98
	Sedang	0,91	0,92	0,92	0,97
	Tinggi	0,85	0,87	0,88	0,95
	Sangat Tinggi	0,76	0,79	0,82	0,93

Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2014 Hal.50

Catatan : Faktor penyesuaian kecepatan arus bebas untuk jalan dengan enam lajur dapat ditentukan dengan menggunakan nilai FV BHS untuk tipe jalan 4/2TT dan 4/2T yang diberikan dalam Tabel 2.9, dengan modifikasi sebagai berikut:

$$FV_{B6-HS} = 1 - 0,8 (1 - FV_{B4,HS}) \quad (2.8)$$

Dimana:

FV_{B6-HS} : Faktor penyesuaian kecepatan arus bebas untuk tipe jalan enam-lajur (km/jam) akibat hambatan samping

FV_{B4-HS} : Penyesuaian kecepatan arus bebas untuk jalan empat-lajur (km/jam) akibat hambatan samping

Tabel 2 18 Faktor Penyesuaian Akibat Kelas Jalan & Tata Guna Lahan (FVB,KFJ) Terhadap Kecepatan Arus Bebas KR

Tipe Jalan	Fungsi Jalan	Faktor Penyesuaian Akibat Hambatan Samping & Lebar Bahu				
		Pengembangan Samping Jalan				
		0%	25%	50%	75%	100%
4/2T	Arteri	1,00	0,99	0,98	0,96	0,95
	Kolektor	0,99	0,98	0,97	0,95	0,94
	Lokal	0,98	0,97	0,96	0,94	0,93
4/2TT	Arteri	1,00	0,99	0,97	0,96	0,945
	Kolektor	0,99	0,98	0,96	0,93	0,915
	Lokal	0,95	0,94	0,92	0,91	0,895
2/2TT	Arteri	1,00	0,98	0,97	0,96	0,94
	Kolektor	0,94	0,93	0,91	0,90	0,88
	Lokal	0,90	0,88	0,87	0,86	0,84

Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2014 Hal.51

Catatan : Untuk jalan dengan lebih dari empat lajur (banyak-lajur), $FV_{B,KFJ}$ dapat diambil sama seperti untuk jalan 4-lajur dalam Tabel 2.10

2.4.8.2. Kecepatan Arus Bebas Jalan Bebas Hambatan

Sedangkan untuk jalan tol nilai V_B mempunyai persamaan sebagai berikut :

$$VB = V_{BD} + V_{BL} \quad (2.9)$$

Dimana:

V_B = Kecepatan arus bebas kendaraan ringan pada kondisi lapangan (km/jam)

V_{BD} = Kecepatan arus bebas dasar kendaraan ringan pada jalan alinemen yang diamati

(km/jam)

V_{BL} = Penyesuaian kecepatan akibat lebar jalur lalu lintas (km/jam)

Tabel 2 19 Kecepatan Arus Bebas Dasar (VBD) untuk Jalan Bebas Hambatan

Tipe Jalan/Tipe Alinemen/Kelas Jarak Pandang	Kecepatan Arus Bebas Dasar (Km/jam)			
	KR	KS	BB	TB
Enam-Lajur terbagi				
Datar	91	71	93	66
Bukit	79	59	72	52
Gunung	75	49	57	40
Empat-Lajur terbagi				
Datar	88	70	90	65
Bukit	77	58	71	52
Gunung	64	45	57	40

Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2014

Tabel 2 20 Penyesuaian Kecepatan Akibat Perbedaan Lebar Efektif Lajur Lalu Lintas (VBL) Terhadap Kecepatan Arus Bebas KR pada Berbagai Tipe Alinemen

Tipe JBH	Lebar Lajur Efektif (LLE) , per lajur (m)	FVL (Km/jam) Tipe Alinemen JBH		
		Datar	Bukit	Gunung
JBH 4/2 & JBH 6/2	3,25	- 1	- 1	- 1
	3,5	0	0	0
	3,75	2	2	2

Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2014

2.5. Peramalan Lalu Lintas (Analisa Trip Assignment)

Peramalan lalu lintas diperlukan untuk memperkirakan biaya-biaya yang akan dikeluarkan di masa yang akan datang seiring bertambahnya jumlah kendaraan. Dalam tugas akhir ini digunakan *Trip Assignment* dalam meramalkan jumlah kendaraan yang akan melewati jalan baru. Perhitungan *trip assignment* digunakan untuk mencari besarnya prosentase kendaraan yang nantinya akan memasuki jalan tol rencana maupun jalan eksisting. Adapun perhitungan *trip assignment* menggunakan Metode Kadiyali (1978) dengan rumus :

$$p = 50 + \frac{50 \times (d + 0,5 \times t)}{\sqrt{(d - 50 \times t)^2 + 4,5}} \quad (2.10)$$

Dimana:

p = Presentase volume kendaraan pindah ke jalan baru (%)

d = Selisih jarak tempuh jalan lama dan jalan baru (mil)

t = Selisih *travel time* (menit)

2.6. Studi Kelayakan Ekonomi

2.6.1. Biaya Operasional Kendaraan (BOK)

Biaya operasional kendaraan adalah biaya total yang dibutuhkan untuk mengoperasikan kendaraan pada suatu kondisilalu lintas dan jalan untuk satu jenis kendaraan per kilometer jarak tempuh (dalam Rp/km). Biaya operasi kendaraan terdiri dari dua komponen utama yaitu biaya tidak tetap (*running cost*) dan biaya tetap (*fixed cost*).

- 1) Biaya tetap (*standing cost* atau *fixed cost*)
Biaya tetap (*standing cost* atau *fixed cost*) adalah biaya tetap yang harus dikeluarkan secara rutin untuk jangka waktu

tertentu dan tidak terpengaruh oleh operasional kendaraan tersebut, yaitu meliputi :

- a) Biaya depresiasi
 - b) Biaya bunga modal (*interest cost*)
 - c) Biaya asuransi
 - d) Biaya *overhead*
- 2) Biaya tidak tetap (variable cost or running cost)
- a) Biaya konsumsi bahan bakar
 - b) Biaya konsumsi oli
 - c) Biaya konsumsi ban
 - d) Biaya pemeliharaan
 - e) Biaya upah tenaga kerja pemeliharaan

2.6.1.1. Biaya Operasional Kendaraan (BOK) Metode LAPI-ITB dan Jasa Marga

Perhitungan komponen BOK berikut ini dikembangkan oleh LAPI-ITB (1997) bekerja sama dengan KBK Rekayasa Transportasi, Jurusan Teknik Sipil, ITB melalui proyek kajian ‘Perhitungan Besar Keuntungan Biaya Operasi Kendaraan’ yang didanai oleh PT Jasa Marga, sedangkan komponen bunga modal dikembangkan oleh Bina Marga melalui proyek *Road User Costs Model* (1991). Komponen BOK pada model ini terdiri dari biaya konsumsi bahan bakar, biaya konsumsi minyak pelumas, biaya pemakaian ban, biaya pemeliharaan, biaya penyusutan, bunga modal, dan biaya asuransi. Meskipun masih banyak komponen lain yang perlu diperhitungkan, komponen tersebut tidak terlalu dominan. Rumus komponen BOK yang digunakan pada model tersebut ditampilkan berikut ini.

- 1.) Konsumsi Bahan Bakar.
- $$\text{Konsumsi BBM} = \text{Konsumsi BBM dasar} \times [1 + (k_k + k_l + k_r)]$$
- (2.11)

Konsumsi BBM dasar dalam liter/1000km, sesuai golongan:

- a) Gol I $= 0,0284V^2 - 3,0644V + 141,68$
- b) Gol Iia $= 2.26533 \times \text{Konsumsi bahan bakar dasar Gol I}$
- c) Gol Iib $= 2.90805 \times \text{Konsumsi bahan bakar dasar Gol I}$

Dimana :

k_k = koreksi akibat kelandaian

k_l = koreksi akibat kondisi lalu lintas

k_r = koreksi akibat kekasaran jalan

V = Kecepatan kendaraan (km/jam)

Tabel 2 21 Faktor Koreksi Konsumsi Bahan Bakar Dasar Kendaraan Gol.I, Ila, Iib.

Faktor	Batasan	Nilai
Koreksi Kelandaian Negatif (kk)	$g < -5\%$	-0,337
	$-5\% \leq g < 0\%$	-0,158
Koreksi Kelandaian Positif (kk)	$0\% \leq g < 5\%$	0,4
	$g \geq 5\%$	0,82
Koreksi Lalu Lintas (kl)	$0 \leq DS < 0,6$	0,05
	$0,6 \leq DS < 0,8$	0,185
	$DS \geq 0,8$	0,253
Koreksi Kerataan (kr)	$< 3 \text{ m/km}$	0,035
	$\geq 3 \text{ m/km}$	0,085

Sumber: LAPI-ITB (1997)

Dimana : g = kelandaian

- 2.) Konsumsi Minyak Pelumas
Besarnya konsumsi dasar minyak pelumas (liter/km) sangat tergantung pada kecepatan kendaraan dan jenis

kendaraan. Konsumsi dasar ini kemudian dikoreksi lagi menurut tingkat kekasaran jalan.

Konsumsi Pelumas = Konsumsi pelumas dasar x koreksi

Tabel 2 22 Konsumsi Minyak Pelumas (Liter/km)

Kecepatan (km/jam)	Jenis Kendaraan		
	Gol I	Gol Iia	Gol Iib
10 - 20	0,0032	0,0060	0,0049
20 - 30	0,0030	0,0057	0,0046
30 - 40	0,0028	0,0055	0,0044
40 - 50	0,0027	0,0054	0,0043
50 - 60	0,0027	0,0054	0,0043
60 - 70	0,0029	0,0055	0,0044
70 - 80	0,0031	0,0057	0,0046
80 - 90	0,0033	0,0060	0,0049
90 - 100	0,0035	0,0064	0,0053
100 - 110	0,0038	0,0070	0,0059

Sumber: LAPI-ITB (1997)

Tabel 2 23 Faktor Koreksi Konsumsi Minyak Pelumas terhadap Kondisi Kerataan Permukaan

Nilai Kerataan		Faktor Koreksi
< 3	m/km	1
> 3	m/km	1,5

Sumber: LAPI-ITB (1997)

3.) Konsumsi Pemakaian Ban

Besarnya biaya pemakaian ban sangat tergantung pada kecepatan kendaraan dan jenis kendaraan.

a) Golongan I : $Y = 0,0008848V - 0,0045333$

b) Golongan Iia : $Y = 0,0012356V - 0,0064667$

c) Golongan Iib : $Y = 0,0015553V - 0,0059333$

Dimana : Y = Pemakaian ban per 1.000 km

4.) Biaya Pemeliharaan

Komponen biaya pemeliharaan yang paling dominan adalah biaya suku cadang dan upah montir .

- Suku cadang

a) Golongan I : $Y = 0,0000064 V + 0,0005567$

b) Golongan IIA : $Y = 0,0000332 V + 0,0020891$

c) Golongan IIB : $Y = 0,0000191 V + 0,0015400$

Dimana :

Y = biaya pemeliharaan suku cadang per 1.000 km

- Montir

a) Golongan I : $Y = 0,00362 V + 0,36267$

b) Golongan Iia : $Y = 0,02311V + 1,97733$

c) Golongan Iib : $Y = 0,01511V + 1,21200$

Dimana :

Y = jam kerja montir per 1.000 km

5) Biaya Penyusutan/Deprisasi

Biaya penyusutan hanya berlaku untuk perhitungan BOK pada jalan jalan arteri, besarnya berbanding terbalik dengan kecepatan kendaraan.

a) Golongan I : $Y = 1/(2,5V+125)$

b) Golongan Iia : $Y = 1/(9,0V+450)$

c) Golongan Iib : $Y = 1/(6,0V+300)$

Dimana : Y = Biaya penyusutan per 1000 km

6) Biaya Bunga Modal

Menurut *Road User Costs Model* (1991), besarnya biaya bunga modal per kendaraan per 1.000 km ditentukan oleh persamaan berikut :

$$\text{Bunga modal} = 0,22\% \times (\text{Harga kendaraan baru}) \quad (2.13)$$

7) Biaya Asuransi

Besarnya biaya asuransi berbanding terbalik dengan kecepatan. Semakin tinggi kecepatan kendaraan, semakin kecil biaya asuransi.

- a) Golongan I : $Y = 38/(500 V)$
- b) Golongan IIA : $Y = 6/(2571,42857 V)$
- c) Golongan IIB : $Y = 61/(1714,28571 V)$

Dimana : Y = Biaya penyusutan per 1000 km

2.6.1.2. Biaya Operasional Kendaraan (BOK) Metode PCI (Pavement Condition Index)

Penghitungan biaya operasi kendaraan mobil penumpang menggunakan Metode PCI 1988 sebagaimana dikutip pada Lembaga Afiliasi Penelitian dan Industri (LAPI) ITB (1996) untuk jenis jalan luar perkotaan. Persamaan untuk menghitung biaya operasional kendaraan dapat dilihat pada Rumus :

$$\text{BOK} = \text{BTT} + \text{BT} \quad (2.14)$$

Dimana :

BOK = Biaya Operasional Kendaraan (Rupiah/km)

BTT = Biaya Tidak Tetap (Rupiah/km)

BT = Biaya Tetap (Rupiah/km)

A. Jalan Nasional

1) Konsumsi Bahan Bakar :

Kendaraan Gol I : $Y = 0,05693 V_2 - 6,42593 V + 269,18567$

a) Kendaraan Gol II a : $Y = 0,21692 V_2 - 24,15490 V + 954,78624$

b) Kendaraan Gol II b : $Y = 0,21557 V_2 - 24,17699 V + 947,80862$

2) Konsumsi Minyak Pelumas

a) Kendaraan Gol I : $Y = 0,00037 V_2 - 0,04070 V + 2,20403$

b) Kendaraan Gol II a : $Y = 0,00209 V_2 - 0,24413 V + 13,29445$

c) Kendaraan Gol II b : $Y = 0,00186 V_2 - 0,22035 V + 12,06486$

3) Pemakaian Ban

a) Kendaraan Gol I : $Y = 0,0008848 V - 0,0045333$

b) Kendaraan Gol II a : $Y = 0,0012356 V - 0,0065667$

c) Kendaraan Gol II b : $Y = 0,0015553 V - 0,0059333$

4) Biaya Pemeliharaan

• Suku Cadang

a) Kendaraan Gol I : $Y = 0,0000064 V + 0,0005567$

b) Kendaraan Gol II a : $Y = 0,0000332 V + 0,0020891$

c) Kendaraan Gol II b : $Y = 0,0000191 V + 0,0015400$

• Montir

a) Kendaraan Gol I : $Y = 0,00362 V + 0,36267$

b) Kendaraan Gol II a : $Y = 0,02311 V + 1,97733$

c) Kendaraan Gol III b : $Y = 0,01511 V + 1,21200$

5) Biaya Penyusutan/Depresiasi

a) Kendaraan Gol I : $Y = 1/(2,5 V + 125)$

b) Kendaraan Gol II a : $Y = 1/(9,0 V + 315)$

c) Kendaraan Gol II b : $Y = 1/(6,0 V + 210)$

- 6) Biaya Bunga Modal
- a) Kendaraan Gol I : $Y = 150 / (500 \text{ V})$
 - b) Kendaraan Gol II a : $Y = 150 / (2571,42857 \text{ V})$
 - c) Kendaraan Gol II b : $Y = 150 / (1714,28571 \text{ V})$
- 7) Biaya Asuransi
- a) Kendaraan Gol I : $Y = 38 / (500 \text{ V})$
 - b) Kendaraan Gol II a : $Y = 60 / (2571,42857 \text{ V})$
 - c) Kendaraan Gol, II b: $Y = 61 / (1714,28571 \text{ V})$
- B. Jalan Tol
- 1) Konsumsi Bahan Bakar :
- a) Kendaraan Gol I : $Y = 0,0284 \text{ V}^2 - 3,0644 \text{ V} + 141,68$
 - b) Kendaraan Gol II a : $Y = 0,0284 \text{ V}^2 - 3,0644 \text{ V} + 141,68$
 - c) Kendaraan Gol II b : $Y = 0,0284 \text{ V}^2 - 3,0644 \text{ V} + 141,68$
- 2) Konsumsi Minyak Pelumas
- a) Kendaraan Gol I : $Y = 0,00029 \text{ V}^2 - 0,03134 \text{ V} + 1,69613$
 - b) Kendaraan Gol II a : $Y = 0,00131 \text{ V}^2 - 0,15257 \text{ V} + 8,30869$
 - c) Kendaraan Gol II b : $Y = 0,00118 \text{ V}^2 - 0,13770 \text{ V} + 7,54073$
- 3) Pemakaian Ban
- a) Kendaraan Gol I : $Y = 0,0008848 \text{ V} - 0,0045333$
 - b) Kendaraan Gol II a : $Y = 0,0012356 \text{ V} - 0,0065667$
 - c) Kendaraan Gol II b : $Y = 0,0015553 \text{ V} - 0,0059333$

- 4) Biaya Pemeliharaan
- A. Suku Cadang
- a) Kendaraan Gol I : $Y = 0,0000064 V + 0,0005567$
- b) Kendaraan Gol II a : $Y = 0,0000332 V + 0,0020891$
- c) Kendaraan Gol II b : $Y = 0,0000191 V + 0,0015400$
- B. Montir
- a) Kendaraan Gol I : $Y = 0,00362 V + 0,36267$
- b) Kendaraan Gol II a : $Y = 0,02311 V + 1,97733$
- c) Kendaraan Gol III b : $Y = 0,01511 V + 1,21200$
- 5) Biaya Penyusutan/Deprisasi
- a) Kendaraan Gol I : $Y = 1/(2,5 V + 125)$
- b) Kendaraan Gol II a : $Y = 1/(9,0 V + 450)$
- c) Kendaraan Gol II b : $Y = 1/(6,0 V + 300)$
- 6) Biaya Bunga Modal
- d) Kendaraan Gol I : $Y = 150 / (500 V)$
- e) Kendaraan Gol II a : $Y = 150 / (2571,42857 V)$
- f) Kendaraan Gol II b : $Y = 150 / (1714,28571 V)$
- 7) Biaya Asuransi
- C. Kendaraan Gol I : $Y = 38 / (500 V)$
- D. Kendaraan Gol II a : $Y = 60 / (2571,42857 V)$
- E. Kendaraan Gol, II b: $Y = 61 / (1714,28571 V)$

2.6.2. Penghematan Biaya Operasional Kendaraan (Saving BOK)

Penghematan biaya operasional kendaraan merupakan perbandingan antara besarnya nilai BOK without project dengan

nilai BOK with project. Perhitungan penghematan BOK didapatkan dari persamaan :

$$\text{Penghematan BOK} = \text{BOK Without Project} - (\text{BOK With Project} + \text{BOK Jalan Tol}) \quad (2.15)$$

2.6.3. Nilai Waktu (Time Value, VOT)

Penghematan nilai waktu perjalanan diperoleh dari selisih perhitungan waktu tempuh untuk kondisi dengan proyek (*with project*) dan tanpa proyek (*without project*). Nilai waktu yang digunakan dapat ditetapkan dari hasil studi nilai waktu yang menggunakan metode produktivitas. Metode produktivitas adalah metode penetapan nilai waktu yang menggunakan nilai rata-rata penghasilan atau product domestic regional bruto (PDRB) per kapita per tahun yang dikonversi ke dalam satuan nilai moneter per satuan waktu yang lebih kecil, rupiah per jam. Seperti pada persamaan berikut :

$$\text{VOT} = P_j / S \times V \times \text{NW} \quad (2.16)$$

$$\text{NW} = \frac{\text{PDRB}}{\text{Jumlah Penduduk} \times 12 \times \text{jam kerja per bulan}}$$

Dimana :

VOT = Nilai waktu, dalam satuan Rp/km/orang/bulan

NW = Upah rata-rata per bulan, dalam satuan (Rp/jam/orang)

S = Speed Vehicle (km/jam)

Jumlah jam kerja selama satu bulan adalah 160 jam, dimana 1 minggu mempunyai 40 jam kerja (Eko. D., 2002 dan Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi RI No. Kep. 102/Men/VI/2004).

2.7. Studi Kelayakan Finansial

2.7.1. Penentuan Tarif Jalan Tol

Sesuai PP No.40/2001, besarnya tarif tol ditentukan oleh besarnya BKBOK (Besarnya Keuntungan Biaya Operasi Kendaraan) pada jalan tol dan jalan arteri yang ada (*existing road*). Petunjuk untuk menentukan besarnya tarif jalan tol, yaitu :

- 1.) Diambil sebesar 35 – 45% dari penghematan BKBOK.
- 2.) Besarnya tarif tol tidak boleh melebihi 70% BKBOK.
- 3.) Besarnya tarif tol dihitung atas tingkat dasar, tingkat pengendalian pinjaman atau keuntungan yang diharapkan diperoleh sampai waktu tertentu yang dikaitkan dengan program pengembalian pinjaman.

Pada dasarnya pengumpulan tol ada dua sistem, yaitu :

- 1.) Cara Pemungutan Menggunakan Sistem Terbuka :
 - a) Gerbang tol ditempatkan langsung pada ruas jalan tol, keterangan setiap kendaraan harus berhenti untuk membayar tol tanpa banyak mengganggu arus lalu lintas.
 - b) Biaya tol ditetapkan sebagai ongkos untuk mengurangi kelambatan dari lalu lintas.
 - c) Beberapa kali kendaraan berhenti, tergantung pada jarak perjalanan kendaraan dan jumlah gerbang tol yang ada.
 - d) Penambahan jalan masuk ke jalan tol dapat dilakukan tanpa menambah jumlah gerbang tol.
- 2.) Cara Pemungutan Menggunakan Sistem Terbuka :

Sistem pengumpulan tol tertutup adalah sistem pengumpulan tol yang kepada pemakainya diwajibkan mengambil tanda masuk pada gerbang masuk dan membayar tol pada gerbang keluar.

2.7.2. **Pertimbangan Penentuan Tarif Tol**

- 1.) Penghematan biaya operasi kendaraan Biaya operasi kendaraan sangat dipengaruhi oleh waktu perjalanan. Sebagai contoh, terjadinya kemacetan-kemacetan lalu lintas akan menyebabkan naiknya biaya operasi kendaraan karena bahan bakar yang digunakan menjadi tidak efektif. Di samping itu, kemacetan akan memperpanjang waktu perjalanan (LAPI ITB).
- 2.) Keuntungan bersama Pengguna jalan tol mempunyai keuntungan dari segi penghematan biaya operasi kendaraan maupun waktu perjalanan. Di sisi lain tol harus dapat menghasilkan keuntungan bagi pemilik. Jadi tarif harus bisa menghasilkan “keuntungan bersama” bagi pengolah maupun pengguna jalan tol dan tidak merugikan salah satu pihak yang terlibat langsung dalam jalan tol (LAPI ITB).

2.7.3. **Benefit Cost Ratio (B/C-R)**

Metode *Benefit Cost Ratio* adalah suatu metode pengambilan keputusan terhadap suatu proyek dengan cara membandingkan manfaat (*benefit*) dengan total biaya (*total Cost*) yang telah dikeluarkan.

$$B/C - R = \frac{B}{C} = \frac{\text{Benefit (Manfaat)}}{\text{Cost (Biaya)}} \quad (2.18)$$

Dimana :

Benefit waktu = Penghematan nilai BOK, penghematan nilai waktu

Cost = Biaya pembangunan jalan dan biaya pemeliharaan

Nilai B/C yang mungkin terjadi :

- 1.) $B/C > 1$ Berarti manfaat yang ditimbulkan proyek lebih besar dari biaya yang diperlukan secara ekonomi, proyek layak dilaksanakan.
- 2.) $B/C = 1$ Berarti manfaat yang ditimbulkan proyek sama dengan biaya yang diperlukan secara ekonomi, proyek layak untuk dilaksanakan.
- 3.) $B/C < 1$ Berarti manfaat yang ditimbulkan proyek lebih kecil dari biaya yang diperlukan secara ekonomi, proyek tidak layak untuk dilaksanakan.

3. Net Present Value (NPV)

Net Present Value adalah selisih uang yang diterima dan uang yang dikeluarkan dengan memperhatikan time value of money. Rumus time value of money yang present value adalah untuk mengetahui nilai uang saat ini. Oleh karena uang tersebut akan diterima di masa depan, kita harus mengetahui berapa nilainya jika kita terima sekarang.

$$NPV = \text{Benefit (manfaat)} - \text{Cost (biaya)} \quad (2.19)$$

Dimana :

Benefit = Penghematan nilai BOK, penghematan nilai waktu

Cost = Biaya pembangunan jalan dan biaya pemeliharaan

Nilai NPV yang mungkin terjadi :

- 1.) $NPV > 0$ Berarti investasi yang dilakukan memberikan manfaat secara ekonomi maka proyek bisa dijalankan
- 2.) $NPV < 0$ Berarti investasi yang dilakukan akan mengakibatkan kerugian dari segi ekonomi maka proyek ditolak
- 3.) $NPV = 0$ Berarti investasi yang dilakukan tidak mengakibatkan untung maupun rugi secara ekonomi

2.7.4. Economic Internal Rate of Return (EIRR)

Economic Internal Rate of Return atau IRR adalah indikator tingkat efisiensi dari suatu investasi. suatu proyek dapat dilakukan apabila laju pengembaliannya lebih besar daripada laju pengembalian apabila melakukan investasi di tempat lain. Didefinisikan sebagai nilai *discount rate* (i) yang membuat NPV proyek = 0. Hal ini berarti keuntungan sama dengan biaya yang dikeluarkan. Secara matematis dituliskan sebagai berikut :

$$EIRR = i_1 + (i_2 - i_1) \frac{NPV_1}{NPV_1 - NPV_2} \quad (2.20)$$

Dimana:

EIRR = Economic Internal Rate of Return

I_1 = Suku bunga diskonto yang menghasilkan NPV negatif terkecil

I_2 = Suku bunga diskonto yang menghasilkan NPV Positif terkecil

Biasanya rumus untuk menentukan EIRR tidak dapat dipecahkan secara langsung namun dengan cara coba-coba (*Trial and Error*). Syarat yang digunakan sebagai ukuran adalah :

- Apabila $EIRR > i$ (*discount rate*), maka proyek dikatakan layak.

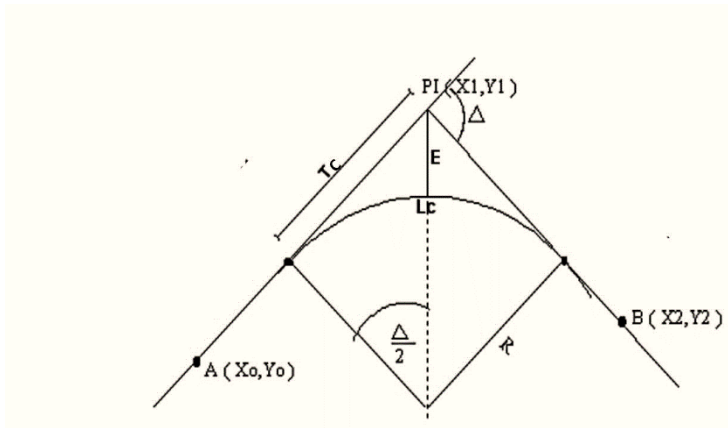
- Apabila $EIRR < i$ (*discount rate*), maka proyek tidak layak dilaksanakan.

2.8. Studi Kelayakan Teknik

Berdasarkan batasan masalah, kelayakan teknik hanya ditinjau dari kontrol alinyemen horizontal. Peraturan yang digunakan adalah Standar Konstruksi dan Bangunan No. 007/BM/2009 tentang Geometri Jalan Bebas Hambatan Untuk Jalan Tol

2.8.1. Standar Bentuk Tikungan

1. *Full Circle* (FC), yaitu tikungan yang berbentuk busur lingkaran secara penuh. Tikungan ini memiliki satu titik pusat lingkaran dengan jari-jari yang seragam.



Gambar 2 1 Tikungan Full Circle

Sumber : Standar Konstruksi dan Bangunan No. 007/BM/2009

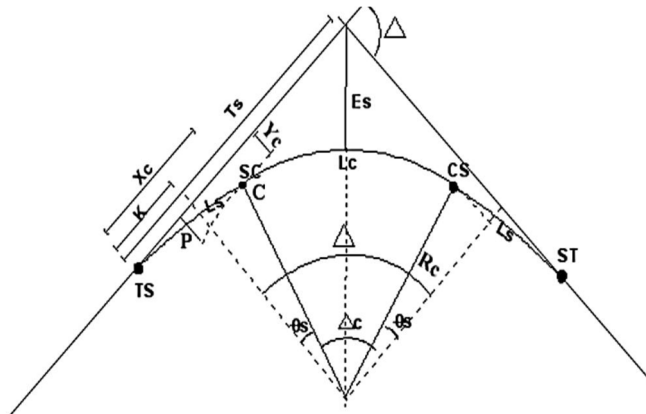
$$T_c = R \tan \frac{1}{2} \Delta$$

$$L_c = \frac{\Delta}{360^\circ} \cdot 2\pi R$$

$$E_c = \frac{R}{\cos \frac{\Delta}{2}} - R, \text{ atau}$$

$$E_c = T_c \tan \frac{1}{4} \Delta$$

2. *Spiral Circle Spiral (S-C-S)*, yaitu tikungan yang terdiri dari 1 (satu) lengkung lingkaran dan 2 (dua) lengkung spiral



Gambar 2 2 Tikungan Spiral – Circle – Spiral

Sumber : Standar Konstruksi dan Bangunan No.007/BM/2009

$$\theta_s = \frac{L_s}{2R} \cdot \frac{360}{2\pi}$$

$$k = X_c - R \sin \theta_s$$

$$\Delta_c = \Delta - 2\theta_s$$

$$p = Y_c - R(1 - \cos \theta_s)$$

$$L_c = \frac{\Delta_c}{360} 2\pi R$$

$$T_s = (R + p) \tan \frac{\Delta}{2} + k$$

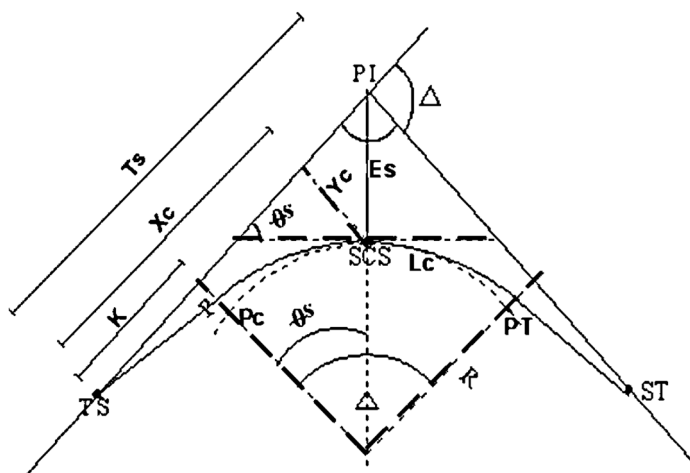
$$Y_c = \frac{L_c^2}{6R}$$

$$E_c = \frac{(R + p)}{\cos \frac{\Delta}{2}} - R$$

$$X_c = L_s - \frac{(L_c)^3}{40^5 R^2}$$

$$L_{total} = L_c + 2L_s$$

3. *Spiral-Spiral* (SS), yaitu tikungan yang terdiri atas 2 (dua) lengkung spiral.



Gambar 2 3 Tikungan Spiral – Spiral

Sumber : Standar Konstruksi dan Bangunan No. 007/BM/2009

$$L_s = \frac{\Delta}{360} 2\pi R$$

$$T_s = (R + p) \tan \frac{\Delta}{2} + k$$

$$E_s = (R + p) \sec \frac{\Delta}{2} - R$$

$$L_{total} = L_c + 2L_s$$

$$L_c = 0$$

4. Lengkung khusus, yaitu berupa tikungan majemuk yang memiliki beberapa radius tikungan, yang dapat terdiri dari 3 (tiga) lengkung spiral atau lebih.

2.8.2. Jari – Jari Tikungan

$$R_{min} = \frac{(V)^2}{127(e_{max} + f_{max})}$$

Keterangan :

Rmin : Jari – jari tikungan minimum (m)

Vr : Kecepatan rencana (km/jam)

E_{max} : Superelevasi maksimum (%)

F_{max} : Koefisien gerak maksimum

Tabel 2 24 Koefisien gesek maksimum berdasarkan V_R

V_R (km/jam)	Koefisien Gesek Maksimum (f_{\max})
120	0,092
100	0,116
80	0,140
60	0,152

Sumber : Standar Konstruksi dan Bangunan No. 007/BM/2009

Pemilihan R_{\min} atau tikungan dengan e_{\max} untuk suatu tikungan adalah tidak memberikan kenyamanan pada pengguna jalan. Disamping itu, kecepatan kendaraan yang menikung bervariasi, dengan demikian, penggunaan R_{\min} hanya untuk kondisi medan jalan yang sulit dan hanya di daerah perkotaan, maka diharuskan menggunakan R yang lebih besar daripada R_{\min} .

2.8.3. Lengkung Peralihan

Lengkung peralihan (L_s) berfungsi untuk memberikan kesempatan kepada pengemudi untuk mengantisipasi perubahan alinyemen jalan dari bentuk lurus (R tak terhingga) sampai bagian lengkung jalan dengan jari-jari R tetap, dengan demikian, gaya sentrifugal yang bekerja pada kendaraan saat melintasi tikungan berubah secara berangsur-angsur, baik ketika kendaraan mendekati tikungan maupun meninggalkan tikungan.

Ketentuan lengkung peralihan adalah sebagai berikut:

1. Bentuk lengkung peralihan yang digunakan adalah bentuk spiral (*clothoide*)

2. Panjang lengkung peralihan ditetapkan atas pertimbangan-pertimbangan sebagai berikut:

- waktu perjalanan melintasi lengkung peralihan
- Waktu perjalanan melintasi lengkung peralihan harus dibatasi untuk menghindarkan kesan perubahan alinyemen yang mendadak. Kriteria ini dihitung dengan rumus:

$$L_s = \frac{V_R T}{3,6} \quad (2.25)$$

V_R : Kecepatan rencana (km/jam)

T : Waktu tempuh pada lengkung peralihan (detik), ditetapkan 2 detik

Tabel 2 25 L_s min berdasarkan waktu perjalanan

V_R (km/jam)	L_s min (m)
120	67
100	56
80	45
60	34

Sumber : Standar Konstruksi dan Bangunan No.007/BM/2009

- Tingkat perubahan kelandaian melintang jalan Tingkat perubahan kelandaian melintang jalan (re) dari bentuk kelandaian normal ke kelandaian superelevasi penuh tidak boleh melampaui re -max yang ditetapkan sebagai berikut:
1. untuk $V_R \leq 70$ km/jam, re -max = 0,035 m/m/detik

2. untuk $V_R \geq 80 \text{ km/jam}$, $re\text{-max} = 0,025 \text{ m/m/detik}$.

$$L_s = \frac{\left(\frac{e_m - e_n}{100} \right) \cdot V_R^3}{3,6r} \quad (2.26)$$

Tabel 2 26 L_s min berdasarkan tingkat perubahan kelandaian melintang

Em	Ls min (m)			
%	$V_R = 120$ km/jam	$V_R = 100$ km/jam	$V_R = 80$ km/jam	$V_R = 60$ km/jam
10,0	107	89	71	38
9,5	100	83	67	36
9,0	93	78	62	33
8,5	87	72	58	31
8,0	80	67	53	29

Sumber : Standar Konstruksi dan Bangunan No.007/BM/2009

Em : superelevasi maksimum (%)

En : superelevasi normal (%)

V_R : kecepatan rencana (km/jam)

Re : tingkat perubahan kelandaian melintang jalan (m/m/det)

- Sentrifugal yang bekerja pada kendaraan
Gaya sentrifugal yang bekerja pada kendaraan dapat diantisipasi berangsur-angsur pada lengkung peralihan dengan aman.

$$L_s = \frac{0,0214 \cdot V_R^3}{RC} \quad (2.27)$$

VR : Kecepatan rencana (km/jam)

R : Radius tikungan (m)

C : Perubahan maksimum percepatan arah

- Tingkat perubahan kelandaian relatif

Tingkat perubahan kelandaian relatif (Δ) dari bentuk kemiringan normal ke bentuk kemiringan superelevasi penuh tidak boleh melampaui maksimum yang ditetapkan

Tabel 2 27 Tingkat Perubahan kelandaian melintang maksimum

V_R (km/jam)	Δ (m/m)
120	1/263
100	1/227
80	1/200
60	1/167

Sumber : Standar Konstruksi dan Bangunan No.007/BM/2009

Panjang pencapaian perubahan kelandaian dari kemiringan normal sampai ke kemiringan superelevasi penuh (L_s)

$$L_s = \left(\frac{wn}{\Delta 1} \right) e_d(b_w) \quad (2.28)$$

w = lebar satu lajur lalu lintas (m)

e_d = superelevasi rencana (%)

n1 = jumlah lajur yang diputar

b_w = faktor penyesuaian untuk jumlah lajur yang diputar

n1	1	1,5	2
bw	1,00	0,83	0,75

b_w : tingkat perubahan kelandaian relatif (m/m)

Tikungan yang memiliki R dengan nilai $e = LN$ tidak memerlukan lengkung peralihan dan tikungan yang memiliki R dengan nilai $e = RC$ tidak memerlukan superelevasi.

3. L_s ditentukan yang memenuhi ke empat kriteria tersebut di atas, sehingga dipilih nilai L_s yang terpanjang.

Tabel 2 28 Hubungan parameter perencanaan lengkung horizontal

R (m)	V _R = 120 km/jam			V _R = 100 km/jam			V _R = 80 km/jam			V _R = 60 km/jam		
	e	Ls (m)		e	Ls (m)		e	Ls (m)		e	Ls (m)	
		2 Lajur	4 Lajur		2 Lajur	4 Lajur		2 Lajur	4 Lajur		2 Lajur	4 Lajur
7000	LN	0	0	LN	0	0	LN	0	0	LN	0	0
5000	LN	0	0	LN	0	0	LN	0	0	LN	0	0
3000	2,5	23	35	RC	16	25	LN	0	0	LN	0	0
2500	2,9	28	42	2,2	18	27	LN	0	0	LN	0	0
2000	3,6	34	52	2,7	22	33	RC	14	22	LN	0	0
1500	4,8	45	68	3,5	29	43	2,4	17	26	LN	0	0
1400	5,1	48	72	3,8	31	46	2,6	19	28	RC	12	18
1300	5,4	52	77	4,0	33	49	2,8	20	30	RC	12	18
1200	5,9	56	83	4,3	35	53	3,0	21	32	RC	12	18
1000	6,9	66	99	5,1	42	63	3,5	25	38	2,2	13	20
900	7,6	72	108	5,6	46	69	3,9	28	42	2,5	15	22
800	8,5	80	120	6,2	51	76	4,3	31	46	2,7	16	25
700	9,4	89	134	6,9	57	85	4,8	35	52	3,1	19	28
600	10,0	95	142	7,9	64	97	5,5	40	59	3,6	21	32
500	R _{min} = 590			9,0	73	110	6,4	46	69	4,2	25	37
400				9,9	81	121	7,5	54	81	5,0	30	45
300				R _{min} = 365			9,0	65	97	6,3	38	56
250							9,7	70	105	7,1	43	64
200							R _{min} = 210			8,2	49	74
175										8,8	53	79
150										9,4	56	85
140										9,6	58	87
130										9,8	59	88
120										10,0	60	90
110										10,0	60	90
										R _{min} = 110		

Sumber : Standar Konstruksi dan Bangunan No.007/BM/2009

dengan VR (emax = 10%)

2.9. Analisa Sensitivitas

Analisis sensitivitas dibutuhkan dalam rangka mengetahui sejauh mana dampak parameter-parameter investasi yang telah ditetapkan sebelumnya boleh berubah karena adanya factor situasi dan kondisi selama umur investasi, sehingga perubahan tersebut hasilnya akan berpengaruh signifikan pada keputusan yang telah diambil (Giatman, 2011). Menurut Pd T –T-2005-B, analisa kepekaan dilakukan dengan meninjau perubahan terhadap prakiraan nilai komponen-komponen berikut :

- Suku bunga diskonto/*discount rate* = -20%
- Dengan dan tanpa biaya pengadaan tanah ;

c. Komponen lainnya sesuai kebutuhan proyek

Analisa sensitivitas ummnya mengandung asumsi bahwa hanya satu parameter saja yang berubah, sedangkan parameter yang lainnya diasumsikan relative tetap dalam satu persamaan analisis.

BAB III

METODOLOGI

3.1. Umum

Pada bab ini akan diuraikan segala sesuatu yang menjadi prosedur pemecahan masalah dan metode analisa perencanaan yang dipakai untuk membahas pokok permasalahan. Disamping itu juga akan dijelaskan tentang cara-cara memperoleh data yang akan digunakan dalam perhitungan. Untuk memperjelas tahapan penelitian maka digunakan juga bagan alir.

3.2. Tahap Pengerjaan

3.2.1. Identifikasi Masalah

Rencana Pembangunan Jalan Tol Porong Gempol berdasarkan pertimbangan atas kemacetan dan angka kecelakaan yang tinggi terutama di Jalan Arteri yang merupakan salah satu jalan menuju Kota Pasuruan. Sebelum pembangunan tersebut dilaksanakan maka dilakukan analisa studi kelayakan dari segi ekonomi dan finansial sebagaimana diuraikan pada bab I.

3.2.2. Studi Literatur

Untuk menyelesaikan permasalahan pada poin 3.2.1. maka diperlukan studi literatur sebagai dasar penyelesaian, antara lain :

- 1) Volume Lalu Lintas
- 2) Pertumbuhan Lalu Lintas
- 3) Lalu Lintas Rencana
- 4) Analisa Trip Assignment
- 5) Biaya Operasional Kendaraan (BOK)

- 6) Nilai Waktu (time value)
- 7) Benefit Cost Ratio (BCR)
- 8) Net Present Value (NPV)
- 9) Internal Rate of Returns
- 10) Standar Jenis Tikungan
- 11) Jari – Jari Lengkungan
- 12) Lengkung Peralihan

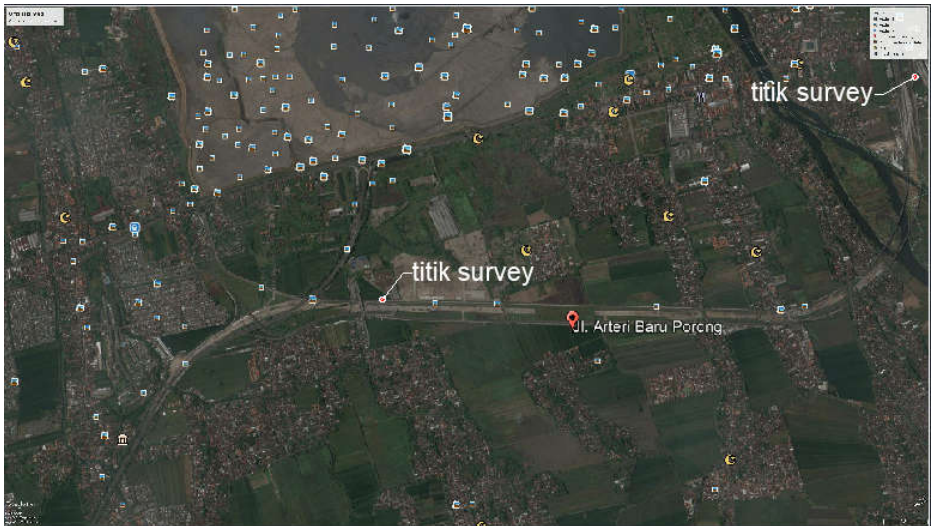
3.2.3. Pengumpulan Data

1) Data Sekunder

Jenis data sekunder yang dibutuhkan sebagai berikut
:

- a. RTRW Kabupaten Sidoarjo dari Bappeda Kabupaten Sidoarjo
- b. RTRW Kabupaten Pasuruan dari Bappeda Kabupaten Pasuruan
- c. Rencana trase jalan tol hasil pra studi kelayakan
- d. PDRB Kabupaten Sidoarjo 2012 - 2017
- e. PDRB Kabupaten Pasuruan 2012 - 2017
- f. Data LHR Harian Jalan Arteri Porong
- g. Data LHR Tahunan Jalan Arteri Porong
- h. Biaya investasi, pembebasan lahan, konstruksi, dan operasional

i. Data Inflasi dari Bank Indonesia



Gambar 3 1 Titik Survey *Traffic Counting*

2) Data Primer

Data primer ini diperoleh dari hasil survey lapangan.

Data yang di survey antara lain :

- a. Kondisi jalan lama jalan arteri Porong
- b. Harga satuan bahan bakar premium di Sidoarjo
- c. Harga satuan bahan bakar pertalite di Sidoarjo
- d. Harga satuan bahan bakar solar di Sidoarjo
- e. Harga satuan pelumas/oli di Sidoarjo
- f. Harga satuan ban baru di Sidoarjo
- g. Upah mekanik di Sidoarjo

- h. Harga kendaraan baru di Sidoarjo

3.2.4. Analisa Lalu Lintas

Analisa ini berdasarkan perhitungan :

1. Volume Lalu Lintas Jalan Arteri Porong
2. Pertumbuhan Lalu Lintas Jalan Arteri Porong
3. Lalu Lintas Rencana Jalan Arteri Porong
4. Analisa Trip Assignment Jalan Tol Porong - Gempol

3.2.5. Analisa Kelayakan

- 1) Kelayakan Ekonomi

Analisa ini berdasarkan perhitungan :

- Biaya Operasional Kendaraan dengan metode LAPI – ITB
- Penghematan Biaya Operasional Kendaraan
- Nilai Waktu

- 2) Kelayakan Finansial

Analisa ini berdasarkan perhitungan :

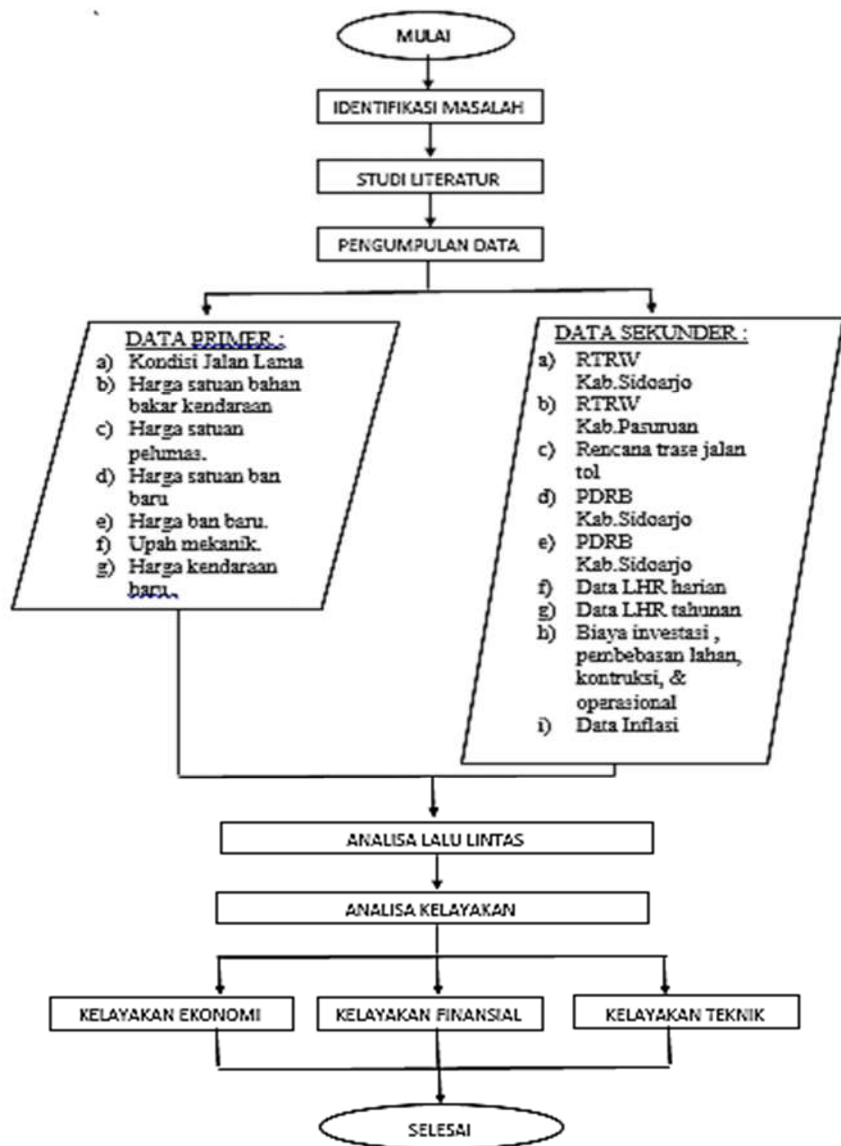
- Penentuan Tarif Tol
- *Benefit Cost Ratio*
- *Net Present Value*
- *Financial Internal Rate of Return*

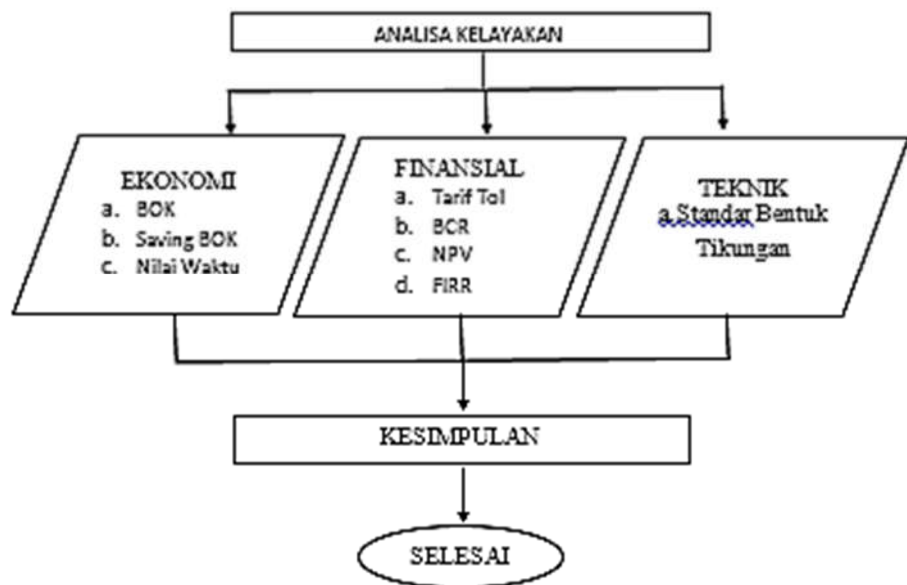
- 3) Kelayakan Teknik

Analisa ini berdasarkan perhitungan :

- Standar Bentuk Tikungan

3.3. Bagan Alir





BAB IV

DATA DAN ANALISIS

4.1. Umum

Pada bab ini akan dijelaskan tentang data dan analisis perhitungan dari data tersebut. Nantinya, data tersebut akan digunakan untuk mengetahui kelayakan dari pembangunan Jalan Tol Porong – Gempol.

Data tersebut dikumpulkan dengan cara *traffic counting* untuk mengetahui volume lalu lintas pada jalan yang ditinjau. Dari hasil pengumpulan data traffic counting tersebut, akan dilakukan pengolahan untuk mengetahui Biaya Operasional Kendaraan (BOK)

4.2. Pengumpulan Data

4.2.1. Pendapatan Domestik Regional Bruto (PDRB)

Data PDRB didapatkan dari Badan Koordinasi Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Sidoarjo dan Kabupaten Pasuruan merupakan data yang digunakan untuk menghitung forecast kendaraan selama 40 tahun kedepan yang melewati jalan yang ditinjau.

Berdasarkan data PDRB berdasarkan harga konstan menurut kabupaten pada tahun 2011-2016, maka digunakan factor pertumbuhan rata-rata PDRB sebesar 6.18% dan Pertumbuhan PDRB berdasarkan lapangan usaha sebesar 6.43%

Tabel 4 1 Pertumbuhan PDRB Atas Dasar Harga Konstan Kabupaten Sidoarjo dan Kabupaten Pasuruan 2011-2016 (dalam persen)

Kabupaten/Kota	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Rata-rata
Kab.Sidoarjo	7.04	7.26	6.89	6.44	5.24	5.51	6.397
Kab.Pasuruan	6.28	6.31	6.51	5.7	5.53	5.46	5.965
							6.181

Sumber: BPS Kabupaten Sidoarjo dan Kabupaten Pasuruan, 2016

Tabel 4 2 Pertumbuhan PDRB Atas Dasar Harga Konstan Menurut Lapangan Usaha Kabupaten Sidoarjo dan Kabupaten Pasuruan 2011-2016 (dalam persen)

Kabupaten/Kota	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Rata-rata
Kab.Sidoarjo	7.09	7.27	6.93	6.43	5.26	5.51	6.415
Kab.Pasuruan	6.69	7.5	6.95	6.74	5.38	5.44	6.45
							6.4325

Sumber: BPS Kabupaten Sidoarjo dan Kabupaten Pasuruan, 2016

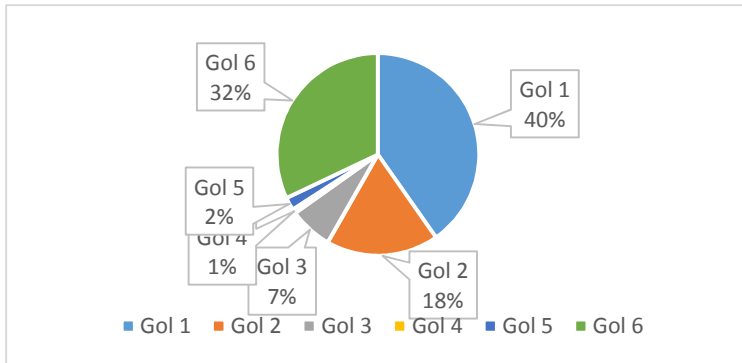
4.2.2. Data Lalu Lintas

Data lalu lintas digunakan untuk menghitung Biaya Operasional Kendaraan (BOK) dan *time value*. Data lalu lintas didapatkan dengan cara survey *traffic counting*. Lokasi dari survey yang dilakukan berada pada Jalan Arteri Baru Porong

Tabel 4 3 Lalu Lintas Harian Arteri Baru Porong

Golongan	Kendaraan/Hari	Persentase
Gol 1	17709	59%
Gol 2	6182	26%
Gol 3	2455	10%
Gol 4	127	1%
Gol 5	600	3%

Sumber: B2PJN VIII Jawa Timur



Grafik 4 1 Persentase Kendaraan

4.3. Perhitungan Lalu Lintas

4.3.1. Laju Pertumbuhan Lalu Lintas

Laju pertumbuhan lalu lintas memiliki nilai dalam (%). Pada tugas akhir ini digunakan nilai PDRB sebagai nilai pertumbuhan laju lalu lintas karena nilai dari PDRB dianggap relevan dalam menggambarkan aktivitas ekonomi yang sesungguhnya dari suatu daerah. Untuk golongan I digunakan laju pertumbuhan PDRB atas dasar harga konstan menurut Kabupaten Sidoarjo dan Kabupaten Pasuruan seperti pada tabel 4.1 yang selanjutnya dirata-rata dan menghasilkan nilai 6.2%.. Sementara untuk golongan II,III,IV, dan V digunakan laju pertumbuhan PDRB atas dasar harga konstan menurut lapangan usaha Kabupaten Sidoarjo dan Kabupaten Pasuruan seperti pada tabel 4.2 lalu dirata-rata dan menghasilkan nilai 6.4%.

4.3.2. Prediksi Lalu Lintas

Besar volume lalu lintas hingga akhir umur rencana dapat dihitung dengan rumus

$$\text{LHRT} = \text{LHRo} (1+i)^n$$

LHRT = LHR akhir umur rencana

LHR_o = LHR awal umur rencana

n = umur rencana (tahun)

i = angka pertumbuhan

Dalam tugas akhir ini, pertumbuhan lalu lintas yang digunakan adalah pertumbuhan PDRB

Pertumbuhan lalu lintas untuk golongan 1 = 6.18%

Pertumbuhan lalu lintas untuk golongan 2,3,4, dan 5 = 6.43%

Contoh perhitungan LHR golongan 1 pada tahun 2057 :

$$LHRT = 17709 \times (1 + (6,18/100))^{40} = 195003 \text{ kend/hari}$$

Setelah menemukan LHR tiap tahunnya, selanjutnya dikalikan 365 agar didapatkan jumlah kendaraan per tahunnya

$$V_t = V_o \times 365$$

Dimana :

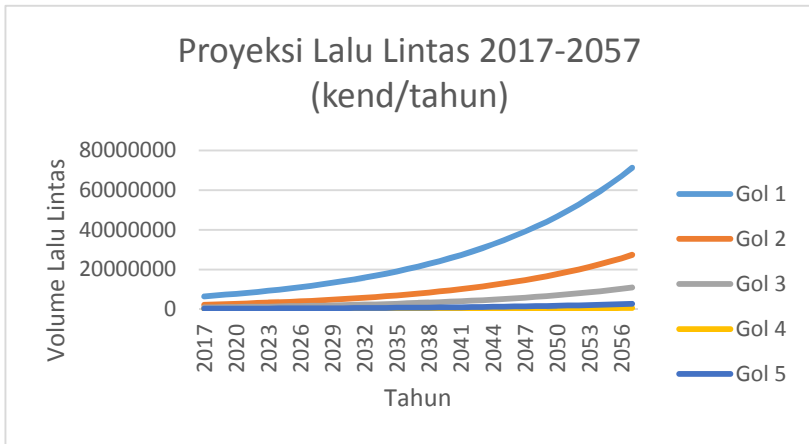
V_t = Jumlah total kendaraan per tahun pada umur rencana n tahun.

V_o = Jumlah total kendaraan per hari pada umur rencana n tahun.

Jadi, volume total kendaraan pada tahun 2057 adalah

$$V_t = 195003 \times 365 = 71176120 \text{ kend/tahun}$$

Dengan rumus tersebut, didapat forecast volume lalu lintas tahunan hingga akhir umur rencana seperti pada grafik dibawah



Grafik 4 2 Proyeksi Lalu Lintas

4.4. Distribusi Lalu Lintas

Untuk menentukan volume kendaraan yang berpindah dari jalan lama (jalan nasional) ke jalan baru (jalan tol), maka dilakukan perhitungan menggunakan pemodelan kurva diversifikasi kadiyali :

$$P = 50 + \frac{50 (d + 0,5t)}{\sqrt{(d - 0,5t) + 4,5}}$$

P = Presentase perpindahan kendaraan ke jalan baru

d = Selisih panjang jalan

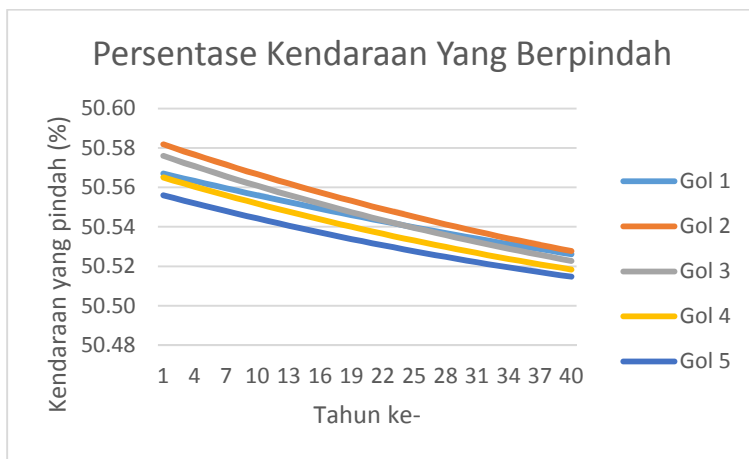
t = selisih waktu tempuh di jalan lama dan jalan baru

Berikut adalah contoh perhitungan untuk golongan 1 pada tahun 2018 :

$$p = 50 + \frac{50 \times (0,25 + 0,5 \times 3,77)}{\sqrt{((0,25 - 50 \times 3,77)^2 + 4,5)}}$$

$$= 50,57 \%$$

Persentase kendaraan yang berpindah dapat dilihat pada grafik dibawah ini



Grafik 4 3 Persentase Kurva Diversi

Persentase kendaraan yang berpindah pada tahun 2018

Golongan 1 = 50,57%

Golongan 2 = 50,58%

Golongan 3 = 50,58%

Golongan 4 = 50,57%

Golongan 5 = 50,56%

Grafik di atas menunjukkan persentase kendaraan yang berpindah ke jalan tol dihitung dengan metode kadiyali. Perpindahan menurun setiap tahunnya dikarenakan semakin meningkatnya derajat kejenuhan yang terjadi di jalan tol.

4.5. Lalu Lintas Tahunan

Lalu lintas tahunan merupakan hasil dari perhitungan proyeksi lalu lintas tahunan serta distribusi lalu lintas. Terdapat lalu lintas tahunan *without project*, *with project*, dan jalan tol. Lalu lintas tahunan tersebut dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4 4 Lalu Lintas Tahunan Without Project

Tahun	Gol 1	Gol 2	Gol 3	Gol 4	Gol 5
2017	6463818	2256364	895909	46455	219000
2018	6863336	2401504	953538	49443	233087
2019	7287547	2555981	1014875	52623	248081
2020	7737979	2720394	1080157	56008	264038
2021	8216250	2895384	1149638	59611	281023
2022	8724083	3081629	1223588	63445	299099
2023	9263304	3279855	1302295	67526	318339
2024	9835853	3490832	1386066	71870	338816
2025	10443791	3715380	1475224	76493	360610
2026	11089304	3954371	1570118	81414	383807
2027	11774716	4208736	1671116	86650	408495
2028	12502491	4479463	1778610	92224	434771
2029	13275249	4767605	1893020	98157	462738
2030	14095770	5074281	2014788	104470	492504
2031	14967006	5400684	2144389	111191	524184
2032	15892092	5748083	2282327	118343	557902
2033	16874356	6117829	2429138	125955	593789

Tahun	Gol 1	Gol 2	Gol 3	Gol 4	Gol 5
2034	17917332	6511358	2585392	134057	631985
2035	19024772	6930201	2751697	142681	672637
2036	20200662	7375986	2928700	151859	715905
2037	21449231	7850447	3117089	161627	761955
2038	22774972	8355427	3317596	172023	810968
2039	24182655	8892889	3531000	183089	863133
2040	25677345	9464924	3758132	194866	918654
2041	27264418	10073756	3999874	207401	977747
2042	28949587	10721750	4257165	220742	1040640
2043	30738912	11411427	4531008	234941	1107580
2044	32638833	12145467	4822465	250054	1178825
2045	34656185	12926724	5132670	266138	1254653
2046	36798226	13758235	5462829	283258	1335358
2047	39072663	14643234	5814225	301478	1421255
2048	41487680	15585160	6188225	320871	1512677
2049	44051964	16587675	6586283	341511	1609980
2050	46774742	17654677	7009945	363479	1713542
2051	49665811	18790314	7460860	386859	1823766
2052	52735572	19999001	7940780	411744	1941080
2053	55995070	21285437	8451571	438230	2065939
2054	59456032	22654623	8995218	466419	2198831
2055	63130910	24111882	9573835	496421	2340271
2056	67032927	25662878	10189672	528353	2490809
2057	71176120	27313643	10845123	562340	2651030

Tabel 4 5 Lalu Lintas Tahunan With Project

Tahun	Gol 1	Gol 2	Gol 3	Gol 4	Gol 5
2018	3392753	1186782	471278	24442	115248
2019	3602546	1263167	501611	26015	122664
2020	3825311	1344467	533896	27689	130558
2021	4061850	1431000	568258	29471	138960
2022	4313014	1523101	604832	31368	147903
2023	4579708	1621130	643760	33387	157421
2024	4862891	1725467	685193	35535	167551
2025	5163584	1836519	729292	37822	178334
2026	5482868	1954717	776229	40256	189810
2027	5821893	2080521	826187	42847	202024
2028	6181880	2214421	879359	45605	215025
2029	6564125	2356938	935953	48539	228862
2030	6970003	2508626	996189	51663	243589
2031	7400976	2670076	1060301	54988	259264
2032	7858596	2841914	1128539	58526	275948
2033	8344509	3024811	1201168	62293	293705
2034	8860465	3219477	1278470	66301	312605
2035	9408321	3426669	1360747	70568	332721
2036	9990049	3647195	1448318	75109	354131
2037	10607744	3881910	1541524	79943	376918
2038	11263629	4131729	1640727	85087	401172
2039	11960065	4397624	1746314	90562	426987
2040	12699559	4680628	1858695	96390	454462
2041	13484773	4981843	1978308	102593	483705
2042	14318534	5302439	2105617	109194	514830
2043	15203842	5643666	2241117	116221	547957

Tahun	Gol 1	Gol 2	Gol 3	Gol 4	Gol 5
2044	16143884	6006848	2385336	123700	583215
2045	17142045	6393400	2538835	131659	620742
2046	18201916	6804824	2702211	140131	660684
2047	19327314	7242722	2876099	149148	703195
2048	20522288	7708795	3061175	158746	748442
2049	21791141	8204858	3258160	168960	796600
2050	23138439	8732839	3467819	179832	847856
2051	24569032	9294793	3690968	191404	902410
2052	26088068	9892904	3928475	203719	960473
2053	27701017	10529499	4181263	216828	1022272
2054	29413683	11207054	4450316	230779	1088048
2055	31232230	11928204	4736679	245629	1158055
2056	33163204	12695755	5041468	261433	1232566
2057	35213555	13512690	5365866	278255	1311870

Tabel 4 6 Lalu Lintas Tahunan Pada Jalan Tol

Tahun	Gol 1	Gol 2	Gol 3	Gol 4	Gol 5
2018	3470583	1214722	482261	25001	117840
2019	3685001	1292814	513264	26608	125416
2020	3912668	1375927	546261	28319	133480
2021	4154400	1464384	581379	30139	142062
2022	4411069	1558528	618756	32077	151197
2023	4683596	1658725	658535	34140	160918
2024	4972962	1765365	700873	36335	171265
2025	5280207	1878861	745932	38671	182277
2026	5606436	1999655	793889	41157	193997
2027	5952822	2128215	844929	43803	206471

Tahun	Gol 1	Gol 2	Gol 3	Gol 4	Gol 5
2028	6320611	2265042	899251	46620	219747
2029	6711124	2410667	957066	49617	233876
2030	7125767	2565655	1018599	52807	248914
2031	7566030	2730609	1084088	56203	264920
2032	8033496	2906169	1153788	59816	281954
2033	8529847	3093018	1227970	63663	300084
2034	9056867	3291881	1306922	67756	319380
2035	9616451	3503532	1390951	72113	339917
2036	10210612	3728792	1480383	76749	361774
2037	10841486	3968536	1575565	81684	385037
2038	11511343	4223697	1676868	86937	409796
2039	12222590	4495265	1784686	92527	436147
2040	12977785	4784296	1899436	98476	464193
2041	13779645	5091913	2021566	104808	494042
2042	14631053	5419311	2151549	111548	525811
2044	16494949	6138619	2437128	126354	595609
2045	17514141	6533324	2593834	134479	633910
2046	18596310	6953411	2760618	143127	674674
2047	19745350	7400512	2938126	152330	718060
2048	20965391	7876364	3127050	162125	764235
2049	22260823	8382817	3328123	172551	813381
2050	23636304	8921838	3542126	183647	865686
2051	25096780	9495522	3769892	195456	921356
2052	26647504	10106098	4012305	208025	980606
2053	28294053	10755938	4270308	221402	1043667
2054	30042350	11447569	4544902	235639	1110783
2055	31898681	12183677	4837156	250792	1182216
2056	33869723	12967124	5148205	266920	1258243

Tahun	Gol 1	Gol 2	Gol 3	Gol 4	Gol 5
2057	35962565	13800953	5479257	284085	1339160

4.6. Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan merupakan perbandingan antara arus lalu lintas dengan kapasitas jalan

$$D_j = \frac{Q}{C}$$

Contoh Perhitungan kondisi *without project* pada jalan arteri baru porong



Gambar 4 1 Lokasi Pengambilan Survey lebar jalan

Selanjutnya untuk menghitung derajat kejenuhan, diperlukan lebar jalan dari masing-masing lajur, yaitu:

Lebar Lajur Frontage : 5,5 m

Lebar Lajur jalan utama : 3,85 m

Detail *cross section* dapat dilihat pada lampiran

Menghitung Kapasitas jalan

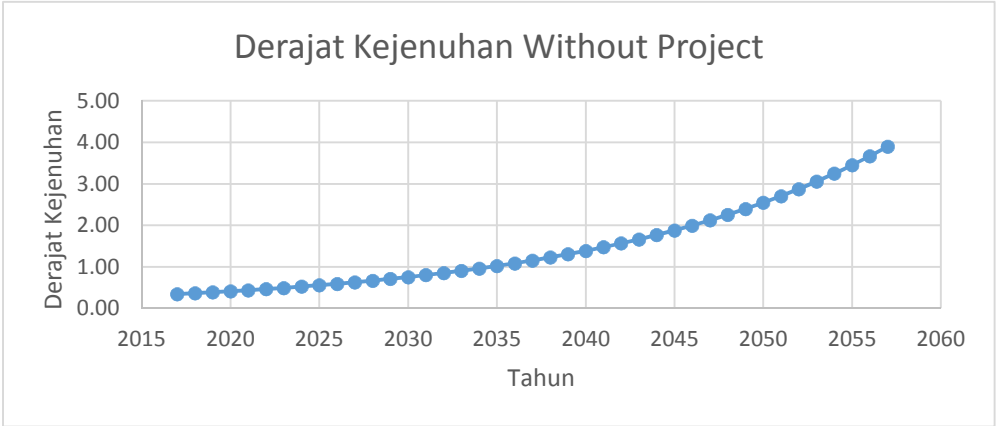
Kapasitas Dasar (C_O)	=	11400
Faktor Lebar Efektif (FC_{LJ})	=	1,03
Faktor Pemisah Arah (FC_{PA})	=	1
Faktor Hambatan Samping (FC_{HS})	=	1,03

$C = C_O \times FC_{LJ} \times FC_{PA} \times FC_{HS} = 11400 \times 1,03 \times 1 \times 1,03 = 12094$
skr/jam

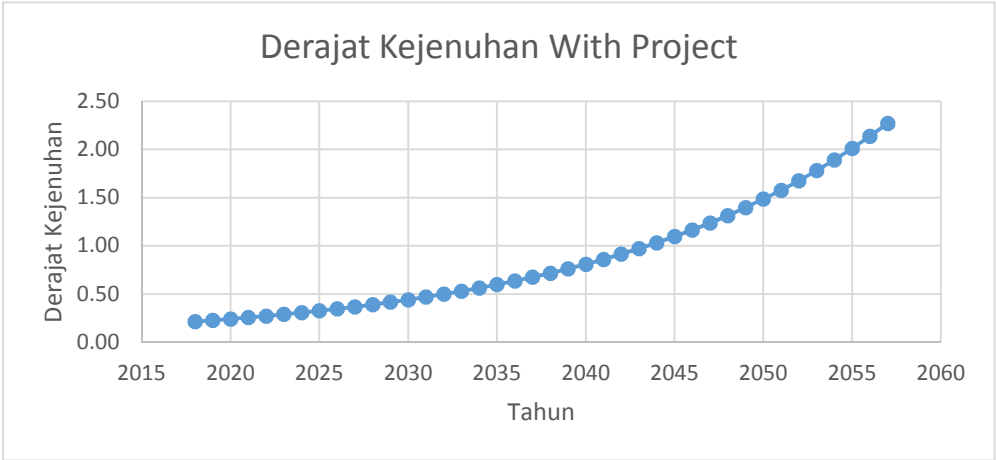
Arus lalu lintas merupakan jumlah LHR per golongan yang telah dikalikan ekr = 4140 skr/jam, maka :

$Dj = 4140/12094 = 0,34$

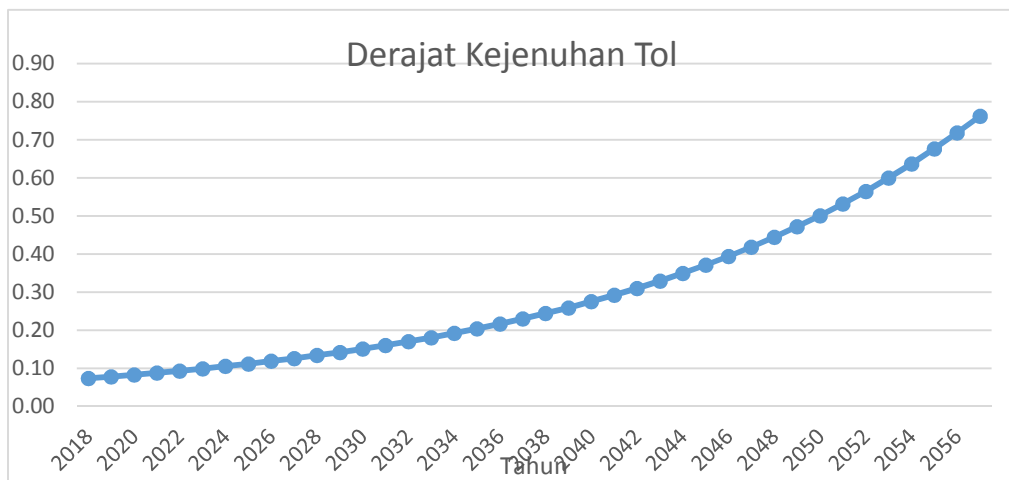
Derajat kejenuhan dari kondisi *without project*, *with project* serta pada jalan tol dapat dilihat pada grafik berikut



Grafik 4 4 Derajat Kejenuhan Without Project Pada Jalan Arteri Porong



Grafik 4 5 Derajat Kejenuhan With Project Pada Jalan Arteri Porong



Grafik 4 6 Derajat Kejenuhan di Jalan Tol Porong-Gempol

4.7. Biaya Operasional Kendaraan

Tabel 4 7 Harga Komponen Kendaraan Golongan 1

Golongan 1				
Toyota Grand New Avanza 1.5 G M/T	=	Rp	229,183,000	
Bahan Bakar Pertalite	=	Rp	7,600.00	/liter
Oli Mesin Shell HX7 10W-40	=	Rp	87,500.00	/liter
Ban Hankook Kinergy Ex 185/70 R14	=	Rp	480,000.00	/buah
Mekanik	=	Rp	15,000.00	/jam

Tabel 4 8 Harga Komponen Kendaraan Golongan 2

Golongan 2				
Hino Ranger FG 245 JP	=	Rp	602,000,000	
Bahan Bakar Biosolar	=	Rp	5,150.00	/liter
Oli Meditran SX 15W-40	=	Rp	70,000.00	/liter
Ban Dunlop 10.00 R20-16P	=	Rp	2,537,665.00	/buah
Mekanik	=	Rp	15,000.00	/jam

Tabel 4 9 Harga Komponen Kendaraan Golongan 3

Golongan 3				
Hino FM 285 JM	=	Rp	750,000,000.00	
Bahan Bakar Biosolar	=	Rp	5,150.00	/liter
Oli Meditran SX 15W-40	=	Rp	70,000.00	/liter
Ban Dunlop 10.00 R20-16P	=	Rp	2,537,665.00	/buah
Mekanik	=	Rp	15,000.00	/jam

Tabel 4 10 Harga Komponen Kendaraan Golongan 4

Golongan 4				
HINO SG 260 J	=	Rp	828,000,000	
Bahan Bakar Biosolar	=	Rp	5,150.00	/liter
Oli Meditran SX 15W-40	=	Rp	75,000.00	/liter
Ban Dunlop 10.00 R20-16P	=	Rp	2,637,665.00	/buah
Mekanik	=	Rp	15,000.00	/jam

Tabel 4 11 Harga Komponen Kendaraan Golongan 5

Golongan 5				
Hino Ranger FM 320 PD	=	Rp	1,156,000,000.00	
Bahan Bakar Biosolar	=	Rp	5,150.00	/liter
Oli Meditran SX 15W-40	=	Rp	75,000.00	/liter
Ban Dunlop 10.00 R20-16P	=	Rp	2,737,665.00	/buah
Mekanik	=	Rp	15,000.00	/jam

4.7.1. BOK Without Project

BOK Without Project adalah biaya operasional kendaraan yang harus dikeluarkan untuk menempuh jalan nasional sebelum adanya jalan tol.

Data Jalan Nasional :

Panjang Jalan : 6 Km

Kecapatan : 33 – 42 km/jam (Berdasarkan survey)

Rumus biaya operasional kendaraan pada jalan nasional :

1. Konsumsi bahan bakar

Golongan 1 :

$$Y = 0,05693V^2 - 6.42593V + 269,18567$$

Golongan 2 :

$$Y = 0,21692V^2 - 24,15490V + 954,78624$$

Golongan 3 :

$$Y = 0,21557V^2 - 24,17699V + 947,80862$$

Golongan 4 :

$$Y = 0,21557V^2 - 24,17699V + 947,80862$$

Golongan 5 :

$$Y = 0,21557V^2 - 24,17699V + 947,80862$$

2. Konsumsi Pelumas

Golongan 1 :

$$Y = 0,00037V^2 - 0,04070V + 2,20403$$

Golongan 2 :

$$Y = 0,00209V^2 - 0,24413V + 13,29445$$

Golongan 3 :

$$Y = 0,00186V^2 - 0,22035V + 12,06486$$

Golongan 4 :

$$Y = 0,00186V^2 - 0,22035V + 12,06486$$

Golongan 5 :

$$Y = 0,00186V^2 - 0,22035V + 12,06486$$

3. Pemakaian Ban

Golongan 1 :

$$Y = 0,0008848V - 0,0045333$$

Golongan 2 :

$$Y = 0,0012356V - 0,0065667$$

Golongan 3 :

$$Y = 0,001553V - 0,0059333$$

Golongan 4 :

$$Y = 0,001553V - 0,0059333$$

Golongan 5 :

$$Y = 0,001553V - 0,0059333$$

4. Suku Cadang :

Golongan 1 :

$$Y = 0,0000064V + 0,0005567$$

Golongan 2 :

$$Y = 0,0000332V + 0,0020891$$

Golongan 3 :

$$Y = 0,0000191V + 0,0015400$$

Golongan 4 :

$$Y = 0,0000191V + 0,0015400$$

Golongan 5 :

$$Y = 0,0000191V + 0,0015400$$

5. Montir :

Golongan 1 :

$$Y = 0,00362V + 0,36267$$

Golongan 2 :

$$Y = 0,02311V + 1,97733$$

Golongan 3 :

$$Y = 0,01511V + 1,21200$$

Golongan 4 :

$$Y = 0,01511V + 1,21200$$

Golongan 5 :

$$Y = 0,01511V + 1,21200$$

6. Depresiasi :

Golongan 1 :

$$Y = 1/(2.5 V + 125)$$

Golongan 2 :

$$Y = 1/(9.0 V + 315)$$

Golongan 3 :

$$Y = 1/(6.0 V + 210)$$

Golongan 4 :

$$Y = 1/(6.0 V + 210)$$

Golongan 5 :

$$Y = 1/(6.0 V + 210)$$

7. Biaya Bunga :

$$INT = 0,22\% \times \text{harga kendaraan baru (Rp/1000km)}$$

8. Asuransi :

Golongan 1 :

$$Y = 38 / (500 V)$$

Golongan 2 :

$$Y = 60 / (2571.42857 V)$$

Golongan 3 :

$$Y = 61 / (1714.28571V)$$

Golongan 4 :

$$Y = 61 / (1714.28571V)$$

Golongan 5 :

$$Y = 61 / (1714.28571V)$$

Dari rumus biaya operasional kendaraan di atas selanjutnya dilakukan perhitungan dengan memasukkan V (kecepatan lapangan hasil survey) mulai 33 km/jam hingga 42 km/jam.

Contoh Perhitungan Biaya Operasional Kendaraan pada jalan nasional :

Golongan 1 (V = 42 km/jam) :

Konsumsi BBM :

$$Y = 0,05693(42)^2 - 6.42593(42) + 269,18567 = 99,72 \text{ liter/1000 km}$$

$$Y' = 99,72 \times \left(\frac{6}{1000}\right) \times 7.600 = 4547$$

Hasil perhitungan 99,72 liter/1000 km tersebut harus dikalikan dengan 6/1000 agar didapat konsumsi BBM untuk 6 km (panjang jalan nasional) dan selanjutnya dikalikan dengan harga BBM per liter untuk golongan 1 yaitu Rp 7.600,-.

Konsumsi Pelumas :

Golongan 1 (V = 42 km/jam) :

$$Y = 0,00037(42)^2 - 0,04070(42) + 2,20403 = 0.0027 \text{ liter/km}$$

$$Y' = 0,0027 \times 6 \times 85.000 = 1417,5$$

Hasil perhitungan 0.0027 liter/km dikalikan dengan 6 (panjang jalan nasional) lalu dikalikan dengan harga pelumas per liter untuk golongan 1 yaitu Rp 85.000,-

Pemakaian Ban :

Golongan 1 ($V = 42 \text{ km/jam}$) :

$$Y = 0,0008848(42) - 0,0045333 = 0,0326$$

$$Y' = 0,0326 \times \left(\frac{6}{1000}\right) \times 480.000 = 93,97$$

Hasil perhitungan 0,0326 adalah untuk pemakaian 1000 km, karena itu harus dikalikan dengan 6/1000 lalu dikalikan dengan harga ban yaitu Rp 480.000,-

Suku Cadang :

Golongan 1 ($V = 42 \text{ km/jam}$) :

$$Y = 0,0000064(42) + 0,0005567 = 0,00083$$

$$Y' = 0,00083 \times 229.183.000 = 189.191$$

0,00083 dikalikan dengan harga 1 unit kendaraan golongan 1 yaitu Rp 229.183.000,-

Montir :

Golongan 1 ($V = 42 \text{ km/jam}$) :

$$Y = 0,00362(42) + 0,36267 = 0,51471$$

$$Y' = 0,51471 \times 15000 \times \left(\frac{6}{1000}\right) = 46.32$$

0,51471 dikalikan dengan upah kerja montir per jam yaitu Rp 15.000,-

Depresiasi :

Golongan 1 ($V = 42 \text{ km/jam}$) :

$$Y = 1/(2.5 (42) + 125) = 0,00435$$

$$Y' = Y \times \text{setengah harga kendaraan}$$

$$Y' = 0,00435 \times 0,5 \times 229.183.000 \times 0,006 = 2990$$

Biaya Bunga :

Golongan 1 (V = 42 km/jam) :

$$Y = 0,22\% \times \text{Rp } 229.183.000,- = \text{Rp } 504.203/1000 \text{ km}$$

$$Y' = 504.203 \times \frac{6}{1000} = \text{Rp } 3.025,-$$

Asuransi :

Golongan 1 (V = 42 km/jam) :

$$Y = 38 / (500 \times (42)) = 0,00181$$

$$Y' = 0,00181 \times 229.183.000 \times \frac{6}{1000} = 2488$$

Hasil perhitungan dari tiap komponen tersebut dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4 12 Biaya Operasional Kendaraan Golongan 1 Without Project

Gol 1 (V = 42 km/jam)		
Konsumsi BBM	Rp	4,547.28
Konsumsi Ban	Rp	93.97
Pemeliharaan	Rp	1,181.47
Depresiasi	Rp	2,990.84
Bunga Modal	Rp	3,025.22
Asuransi	Rp	2,488.27
Pelumas	Rp	1,417.50
Jumlah	Rp	15,744.55

Tabel 4 13 Biaya Operasional Kendaraan Golongan 2 Without Project

Gol 2 (V = 40 km/jam)		
Konsumsi BBM	Rp	10,420.67
Konsumsi Ban	Rp	654.07
Pemeliharaan	Rp	12,603.72
Depresiasi	Rp	2,221.38
Bunga Modal	Rp	7,946.40
Asuransi	Rp	2,107.00
Pelumas	Rp	2,310.00
Jumlah	Rp	38,263.24

Tabel 4 14 Biaya Operasional Kendaraan Golongan 3 Without Project

Gol 3 (V = 37 km/jam)		
Konsumsi BBM	Rp	10,764.80
Konsumsi Ban	Rp	785.86
Pemeliharaan	Rp	10,269.55
Depresiasi	Rp	4,320.00
Bunga Modal	Rp	9,900.00
Asuransi	Rp	4,327.70
Pelumas	Rp	1,806.00
Jumlah	Rp	42,173.90

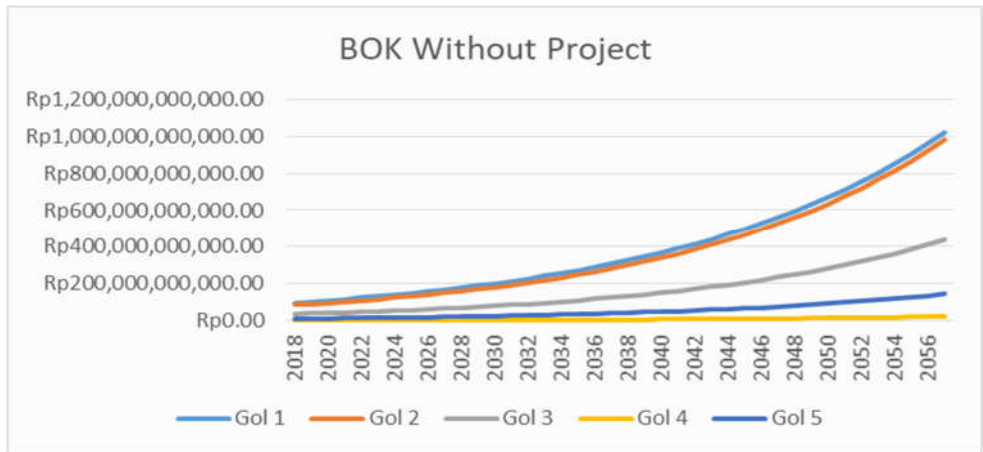
Tabel 4 15 Biaya Operasional Kendaraan Golongan 4 Without Project

Gol 4 (V = 35 km/jam)		
Konsumsi BBM	Rp	11,299.74
Konsumsi Ban	Rp	738.49
Pemeliharaan	Rp	11,128.50
Depresiasi	Rp	4,769.28
Bunga Modal	Rp	10,929.60
Asuransi	Rp	4,575.00
Pelumas	Rp	1,806.00
Jumlah	Rp	45,246.61

Tabel 4 16 Biaya Operasional Kendaraan Golongan 5 Without Project

Gol 5 (V = 33 km/jam)		
Konsumsi BBM	Rp	11,887.96
Konsumsi Ban	Rp	691.13
Pemeliharaan	Rp	15,207.16
Depresiasi	Rp	6,658.56
Bunga Modal	Rp	15,259.20
Asuransi	Rp	4,852.27
Pelumas	Rp	1,806.00
Jumlah	Rp	56,362.28

Selanjutnya, Jumlah dari masing – masing golongan dikalikan dengan lalu lintas tahunan *without project* sesuai golongannya. Hasil Perhitungan dapat dilihat pada grafik 4.4



Grafik 4.7 Biaya Operasional Kendaraan Without Project

4.7.2. BOK *With Project*

BOK *With Project* adalah biaya operasional kendaraan yang harus dikeluarkan untuk menempuh jalan nasional setelah adanya jalan tol.

Data Jalan Nasional :

Panjang : 6 Km

Kecpatan : 39 – 50 km/jam (Berdasarkan asumsi Biaya Operasional Kendaraan terendah)

Biaya Operasional Kendaraan dari tiap golongan dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 4 17 Biaya Operasional Kendaraan With Project Golongan 1

Gol 1 (V = 50 km/jam)		
Konsumsi BBM	Rp	4,113.77
Konsumsi Ban	Rp	114.36
Pemeliharaan	Rp	1,254.48
Depresiasi	Rp	2,990.84
Bunga Modal	Rp	3,025.22
Asuransi	Rp	2,090.15
Pelumas	Rp	1,417.50
Jumlah	Rp	15,006.30

Tabel 4 18 Biaya Operasional Kendaraan With Project Golongan 2

Gol 2 (V = 45 km/jam)		
Konsumsi BBM	Rp	9,543.53
Konsumsi Ban	Rp	748.13
Pemeliharaan	Rp	13,213.71
Depresiasi	Rp	2,221.38
Bunga Modal	Rp	7,946.40
Asuransi	Rp	1,872.89
Pelumas	Rp	2,268.00
Jumlah	Rp	37,814.05

Tabel 4 19 Biaya Operasional Kendaraan With Project Golongan 3

Gol 3 (V = 43 km/jam)		
Konsumsi BBM	Rp	9,157.94
Konsumsi Ban	Rp	856.90
Pemeliharaan	Rp	10,531.48
Depresiasi	Rp	4,320.00
Bunga Modal	Rp	9,900.00
Asuransi	Rp	1,872.89
Pelumas	Rp	1,806.00
Jumlah	Rp	38,445.20

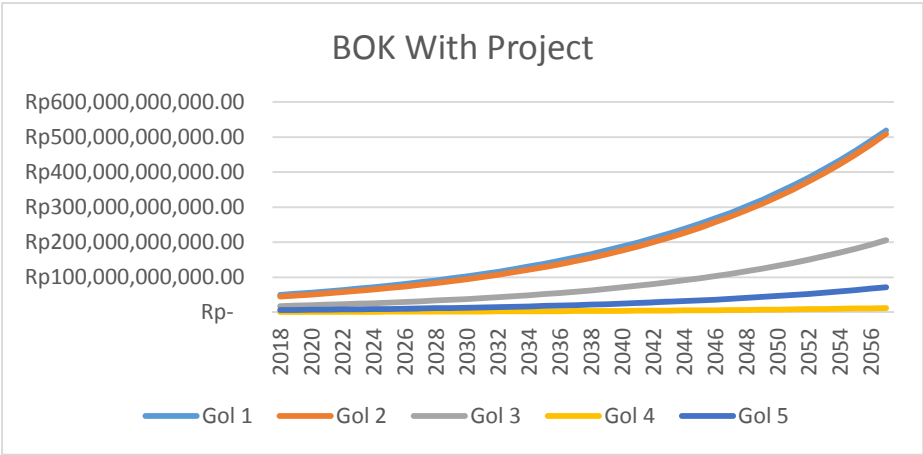
Tabel 4 20 Biaya Operasional Kendaraan With Project Golongan 4

Gol 4 (V = 41 km/jam)		
Konsumsi BBM	Rp	9,854.79
Konsumsi Ban	Rp	880.58
Pemeliharaan	Rp	11,706.00
Depresiasi	Rp	4,769.28
Bunga Modal	Rp	10,929.60
Asuransi	Rp	3,905.49
Pelumas	Rp	1,806.00
Jumlah	Rp	43,851.73

Tabel 4 21 Biaya Operasional Kendaraan With Project Golongan 5

Gol 5 (V = 39 km/jam)		
Konsumsi BBM	Rp	10,283.15
Konsumsi Ban	Rp	833.22
Pemeliharaan	Rp	16,010.18
Depresiasi	Rp	6,658.56
Bunga Modal	Rp	15,259.20
Asuransi	Rp	3,905.49
Pelumas	Rp	1,806.00
Jumlah	Rp	54,755.80

Hasil perhitungan BOK tiap golongan dengan lalu lintas tahunan sesuai golongannya dapat dilihat pada grafik berikut



Grafik 4 8 Grafik Biaya Operasional Kendaraan With Project

4.7.3 BOK Pada Jalan Tol

BOK pada jalan tol merupakan biaya operasional kendaraan yang harus dikeluarkan untuk menempuh jalan tol.

Data Jalan Tol :

Panjang : 6.4 Km

Kecepatan : 60 – 80 km/jam (Berdasarkan asumsi Biaya Operasional Kendaraan terendah)

Biaya Operasional Kendaraan dari tiap golongan dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 4 22 Biaya Operasional Kendaraan di Tol Golongan 1

Gol 1 (V = 80 km/jam)	
Konsumsi BBM	Rp 5,654.77
Pemeliharaan	Rp 1,630.16
Depresiasi	Rp 3,190.23
Bunga Modal	Rp 3,226.90
Asuransi	Rp 1,393.43
Konsumsi Ban	Rp 203.52
Pelumas	Rp 1,736.00
Jumlah	Rp 17,035.01

Tabel 4 23 Biaya Operasional Kendaraan di Tol Golongan 2

Gol 2 (V = 60 km/jam)		
Konsumsi BBM	Rp	6,928.10
Konsumsi Ban	Rp	1,199.36
Pemeliharaan	Rp	16,697.26
Depresiasi	Rp	2,369.47
Bunga Modal	Rp	8,476.16
Asuransi	Rp	1,383.06
Pelumas	Rp	2,464.00
Jumlah	Rp	39,517.40

Tabel 4 24 Biaya Operasional Kendaraan di Tol Golongan 3

Gol 3 (V = 60 km/jam)		
Konsumsi BBM	Rp	8,548.15
Konsumsi Ban	Rp	1,419.22
Pemeliharaan	Rp	13,096.19
Depresiasi	Rp	4,608.00
Bunga Modal	Rp	10,560.00
Asuransi	Rp	2,846.67
Pelumas	Rp	1,926.40
Jumlah	Rp	43,004.62

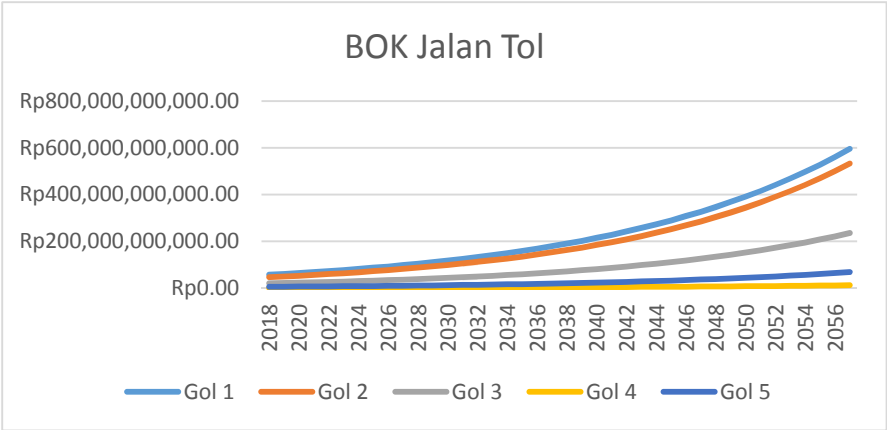
Tabel 4 25 Biaya Operasional Kendaraan di Tol Golongan 4

Gol 4 (V = 60 km/jam)		
Konsumsi BBM	Rp	8,548.15
Konsumsi Ban	Rp	1,419.22
Pemeliharaan	Rp	13,096.19
Depresiasi	Rp	5,087.23
Bunga Modal	Rp	11,658.24
Asuransi	Rp	2,846.67
Pelumas	Rp	1,926.40
Jumlah	Rp	44,582.09

Tabel 4 26 Biaya Operasional Kendaraan di Tol Golongan 5

Gol 5 (V = 60 km/jam)		
Konsumsi BBM	Rp	8,548.15
Konsumsi Ban	Rp	1,419.22
Pemeliharaan	Rp	13,096.19
Depresiasi	Rp	7,102.46
Bunga Modal	Rp	16,276.48
Asuransi	Rp	2,846.67
Pelumas	Rp	1,926.40
Jumlah	Rp	51,215.56

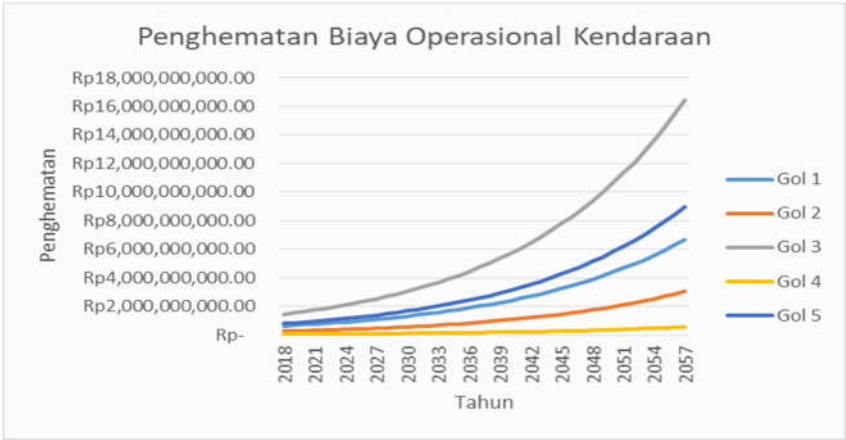
Hasil perhitungan BOK tiap golongan dengan lalu lintas tahunan sesuai golongannya dapat dilihat pada grafik berikut



Grafik 4 9 Grafik Biaya Operasional Kendaraan di Jalan Tol

4.7.4. Penghematan BOK

Penghematan biaya operasional kendaraan didapat dari pengurangan BOK without project tiap golongan dengan penjumlahan dari BOK with project dan BOK di jalan tol setiap golongan.



Grafik 4 10 Penghematan Biaya Operasional Kendaraan

4.8. Nilai Waktu

Nilai waktu tempuh dapat dihitung berdasarkan 3 hal, yaitu inflasi, PDRB, dan UMR. Pada tugas akhir ini, nilai waktu dihitung berdasarkan PDRB. Hal ini dikarenakan PDRB menggambarkan aktivitas ekonomi yang benar – benar terjadi pada suatu daerah. Dikarenakan tol Porong - Gempol berada pada dua kabupaten, untuk mencari nilai waktu dasar yang akan digunakan, nilai waktu dasar dari kedua kabupaten dicari dan dirata-rata. Untuk menghitung nilai waktu dibutuhkan jumlah penduduk kabupaten Sidoarjo dan Pasuruan. nilai PDRB berdasarkan harga konstan (4.1), nilai PDRB atas dasar harga konstan menurut lapangan usaha (4.2).

Tabel 4 27 Jumlah Penduduk Kabupaten Sidoarjo dan Pasuruan

Kabupaten/Kota	Jumlah Penduduk (jiwa)
Sidoarjo	2199171
Pasuruan	1593658

Sumber : BPS, 2017

Tabel 4 28 PDRB Menurut Harga Konstan Kabupaten (juta rupiah)

Tahun	Kabupaten	
	Sidoarjo	Pasuruan
2011	Rp 87,212,361.30	Rp 65,271,573.71
2012	Rp 93,543,871.00	Rp 70,167,073.93
2013	Rp 99,992,521.90	Rp 75,043,968.56
2014	Rp106,434,284.60	Rp 80,105,373.77
2015	Rp112,012,859.70	Rp 84,415,720.19
2016	Rp118,179,189.90	Rp 89,011,178.06
Rata - rata	Rp102,895,848.07	Rp 77,335,814.70
Rp	90,115,831.39	

Sumber : BPS, 2017

Tabel 4 29 PDRB Harga Konstan Menurut Lapangan Usaha (juta rupiah)

Tahun	Kabupaten	
	Sidoarjo	Pasuruan
2011	Rp 87,076,506.60	Rp 65,271,573.30
2012	Rp 93,403,696.60	Rp 70,167,073.90
2013	Rp 99,872,293.50	Rp 75,043,963.20
2014	Rp106,293,186.10	Rp 80,105,373.70
2015	Rp111,884,558.90	Rp 84,415,720.10
2016	Rp118,043,869.20	Rp 89,011,178.00
Rata - rata	Rp102,762,351.82	Rp 77,335,813.70
Rp	90,049,082.76	

Sumber : BPS, 2017

Kemudian dicari nilai waktu dasar masing – masing golongan. Nilai inilah yang digunakan sebagai nilai waktu dasar untuk menghitung nilai waktu tempuh. Dari data yang ada dicari nilai waktu dasar dengan rumus berikut :

Perhitungan Nilai Waktu Dasar Golongan 1 :

$$\begin{aligned}
 \text{NW} &= \frac{\text{PDRB Menurut Kabupten}}{\text{Jumlah penduduk rata - rata} \times 12 \times \text{jam kerja}} \\
 &= \frac{90.115.831.000.000}{1.896.415 \times 12 \times 160} \\
 &= \text{Rp } 24.750,-
 \end{aligned}$$

Contoh Perhitungan :

VOT_n Golongan 1 Tahun ke-1 :

$$= 24.750 / \frac{0.067}{(1+0.067)^1}$$

= Rp 26.408,-

Tabel 4 31 Nilai Waktu Tiap Tahun

Tahun	VOT _n (jam/kendaraan)				
	Gol 1	Gol 2	Gol 3	Gol 4	Gol 5
2018	Rp26,408	Rp26,388	Rp26,388	Rp26,388	Rp26,388
2019	Rp28,283	Rp28,262	Rp28,262	Rp28,262	Rp28,262
2020	Rp30,234	Rp30,212	Rp30,212	Rp30,212	Rp30,212
2021	Rp32,320	Rp32,297	Rp32,297	Rp32,297	Rp32,297
2022	Rp34,551	Rp34,525	Rp34,525	Rp34,525	Rp34,525
2023	Rp36,935	Rp36,907	Rp36,907	Rp36,907	Rp36,907
2024	Rp39,483	Rp39,454	Rp39,454	Rp39,454	Rp39,454
2025	Rp42,207	Rp42,176	Rp42,176	Rp42,176	Rp42,176
2026	Rp45,120	Rp45,086	Rp45,086	Rp45,086	Rp45,086
2027	Rp48,233	Rp48,197	Rp48,197	Rp48,197	Rp48,197
2028	Rp51,561	Rp51,523	Rp51,523	Rp51,523	Rp51,523
2029	Rp55,119	Rp55,078	Rp55,078	Rp55,078	Rp55,078
2030	Rp58,922	Rp58,878	Rp58,878	Rp58,878	Rp58,878
2031	Rp62,987	Rp62,941	Rp62,941	Rp62,941	Rp62,941
2032	Rp67,334	Rp67,284	Rp67,284	Rp67,284	Rp67,284
2033	Rp71,980	Rp71,926	Rp71,926	Rp71,926	Rp71,926
2034	Rp76,946	Rp76,889	Rp76,889	Rp76,889	Rp76,889
2035	Rp82,256	Rp82,195	Rp82,195	Rp82,195	Rp82,195

Tahun	Gol 1	Gol 2	Gol 3	Gol 4	Gol 5
2036	Rp87,931	Rp87,866	Rp87,866	Rp87,866	Rp87,866
2037	Rp93,998	Rp93,929	Rp93,929	Rp93,929	Rp93,929
2038	Rp100,484	Rp100,410	Rp100,410	Rp100,410	Rp100,410
2039	Rp107,418	Rp107,338	Rp107,338	Rp107,338	Rp107,338
2040	Rp114,830	Rp114,745	Rp114,745	Rp114,745	Rp114,745
2041	Rp122,753	Rp122,662	Rp122,662	Rp122,662	Rp122,662
2042	Rp131,223	Rp131,126	Rp131,126	Rp131,126	Rp131,126
2043	Rp140,277	Rp140,173	Rp140,173	Rp140,173	Rp140,173
2044	Rp149,956	Rp149,845	Rp149,845	Rp149,845	Rp149,845
2045	Rp160,303	Rp160,184	Rp160,184	Rp160,184	Rp160,184
2046	Rp171,364	Rp171,237	Rp171,237	Rp171,237	Rp171,237
2047	Rp183,188	Rp183,053	Rp183,053	Rp183,053	Rp183,053
2048	Rp195,828	Rp195,683	Rp195,683	Rp195,683	Rp195,683
2049	Rp209,340	Rp209,185	Rp209,185	Rp209,185	Rp209,185
2050	Rp223,785	Rp223,619	Rp223,619	Rp223,619	Rp223,619
2051	Rp239,226	Rp239,049	Rp239,049	Rp239,049	Rp239,049
2052	Rp255,733	Rp255,543	Rp255,543	Rp255,543	Rp255,543
2053	Rp273,378	Rp273,176	Rp273,176	Rp273,176	Rp273,176
2054	Rp292,241	Rp292,025	Rp292,025	Rp292,025	Rp292,025
2055	Rp312,406	Rp312,175	Rp312,175	Rp312,175	Rp312,175
2056	Rp333,962	Rp333,715	Rp333,715	Rp333,715	Rp333,715
2057	Rp357,005	Rp356,741	Rp356,741	Rp356,741	Rp356,741

4.8.1 Nilai Waktu *Without Project*

Nilai waktu *without project* merupakan konversi nilai waktu ke uang (rupiah) yang dihabiskan pengguna jalan ketika menempuh jalan nasional pada kondisi sebelum adanya jalan tol.

Contoh Perhitungan Nilai Waktu (VOT₁)

Gol 1 tahun ke – 1 :

$$VOT_1 = V \times \frac{L}{V_r} \times VOT_n$$

VOT₁ = Nilai Waktu Per Tahun

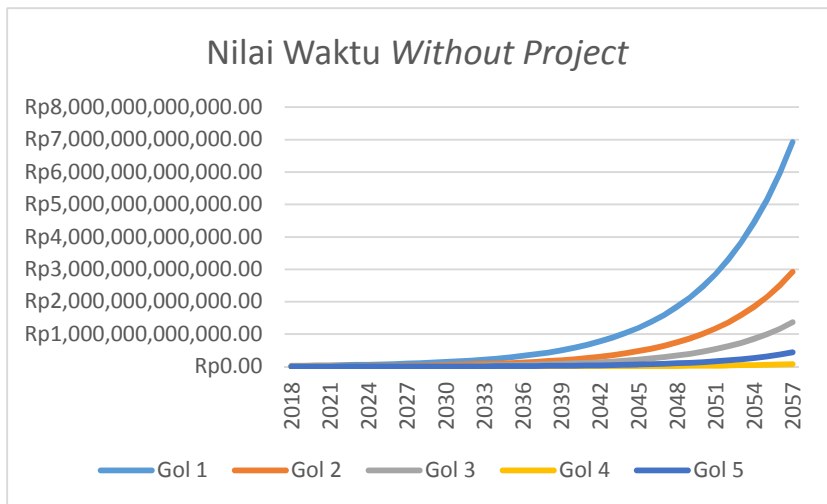
V = Volume Kendaraan Per Tahun

L = Panjang Jalan (km)

V_r = Kecepatan (km/jam)

$$VOT_1 = 6.643.818 \times \frac{6}{42} \times 26.408 = \text{Rp } 26,204,104,084.35$$

Hasil perhitungan VOT₁ dari tiap golongan dapat dilihat pada

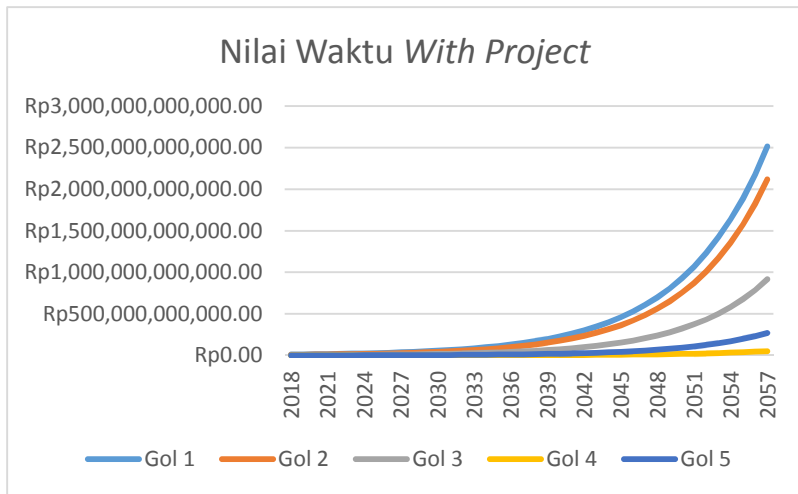


grafik berikut

Grafik 4 11 Nilai Waktu Tahunan Without Project

4.8.2. Nilai Waktu *With Project*

Nilai Waktu *with project* merupakan konversi nilai waktu ke uang (rupiah) yang dihabiskan pengguna jalan ketika menempuh jalan nasional pada kondisi setelah adanya jalan tol. Hasil perhitungan



nilai waktu *with project* dapat dilihat pada grafik berikut

Grafik 4 12 Nilai Waktu Tahunan With Project

4.8.3. Nilai Waktu di Tol

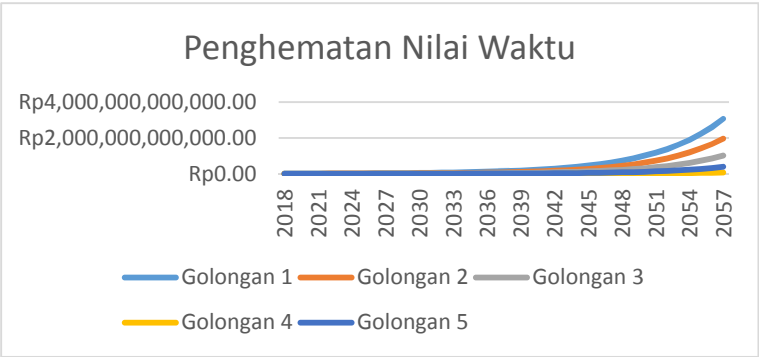
Nilai waktu di tol merupakan konversi nilai waktu ke uang (rupiah) yang dihabiskan pengguna jalan ketika menempuh jalan tol. Hasil perhitungan nilai waktu di tol dapat dilihat pada grafik berikut



Grafik 4 13 Nilai Waktu di Tol

4.7.4. Penghematan Nilai Waktu

Penghematan Nilai Waktu didapat dari pengurangan nilai waktu keadaan *without project* dari tiap golongan dengan penjumlahan

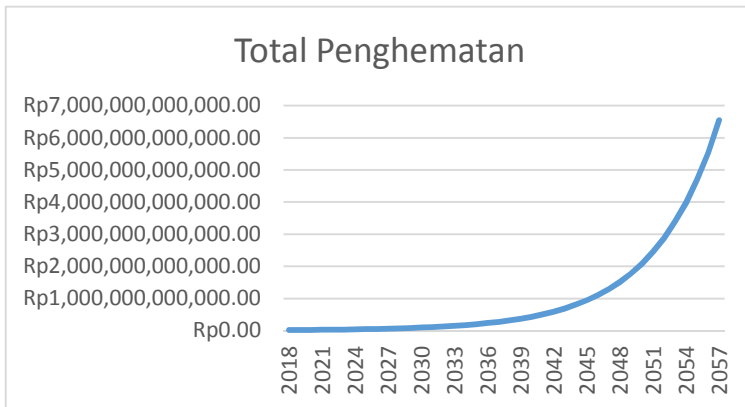


antara nilai waktu keadaan with project tiap golongan dan nilai waktu di tol pada tiap golongan. Hasil perhitungan penghematan nilai waktu dapat dilihat pada grafik berikut

Grafik 4 14 Penghematan Nilai Waktu

4.9. Total Penghematan

Total Penghematan merupakan jumlah dari penghematan BOK dan nilai waktu pada setiap golongan lalu dijumlahkan menjadi total penghematan per tahun. Total penghematan menunjukkan penghematan yang didapat pengguna jalan akibat adanya jalan



tol. Hasil perhitungan tersebut dapat dilihat pada grafik dibawah

Grafik 4 15 Total Penghematan Setiap Tahun

Dari grafik diatas, dapat dilihat bahwa total penghematan yang terjadi akibat adanya jalan tol porong – gempol semakin meningkat tiap tahunnya

4.10. Analisa Kelayakan Ekonomi

Analisa kelayakan ekonomi merupakan analisa yang memperhitungkan *benefit* yang berasal dari total penghematan

dan nilai manfaat dari pertambahan nilai jual tanah sebesar 30% per tahunnya serta *cost* yang merupakan total biaya pembangunan sehingga menghasilkan parameter untuk mengetahui kelayakan suatu proyek dari segi ekonomi.

4.10.1. Total Biaya Pembangunan (*Cost*)

Terdapat 2 jenis biaya, yaitu biaya investasi dan biaya pemeliharaan. Biaya investasi merupakan biaya yang dikeluarkan untuk pembangunan jalan tol tersebut. Sementara biaya pemeliharaan merupakan biaya yang harus dikeluarkan setiap tahunnya untuk perawatan dan operasional jalan tol tersebut. Rincian biaya dari pembangunan jalan tol porong – gempol dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4 32 Biaya Pengadaan Lahan

Komponen Biaya Investasi	Biaya
Pengadaan Lahan	Rp236,455,767,200.00

Sumber : bpls.go.id/pembiayaan

Tabel 4 33 Biaya Konstruksi dan Konsultansi

Komponen Biaya Investasi	Biaya
Konstruksi	Rp1,607,391,041,000.00
Kendaraan Operasional	Rp7,500,000,000.00
Jasa Konsultasi	Rp11,914,332,792.00

Sumber : <http://lpse.jasamarga.com/eproc/lelang>

Tabel 4 34 Biaya Operasional

Biaya Operasional			
Jenis Pengeluaran	Kuantitas	Satuan	Biaya/Tahun
HR Karyawan	6	Orang	Rp 864,000,000.00
Petugas Kebersihan	3	Orang	Rp 288,000,000.00
Petugas Keamanan	3	Orang	Rp 360,000,000.00
Sistem Informasi	1	Unit	Rp 150,000,000.00
Biaya PLN	1	Ls	Rp 960,000,000.00
Biaya Operasional Tiket	1	LS	Rp 960,000,000.00
Perbaikan Jalan&Fasilitas	6.4	Km	Rp 320,000,000.00
Total			Rp 3,902,000,000.00

Sumber : Data Konsultan

Tabel 4.35 Biaya Perbaikan 5 Tahunan

Biaya 5 Tahunan			
Jenis Pengeluaran	Kuantitas	Satuan	Biaya/Tahun
Perbaikan Jalan dan Overlay	6.4	km	Rp16,000,000,000.00

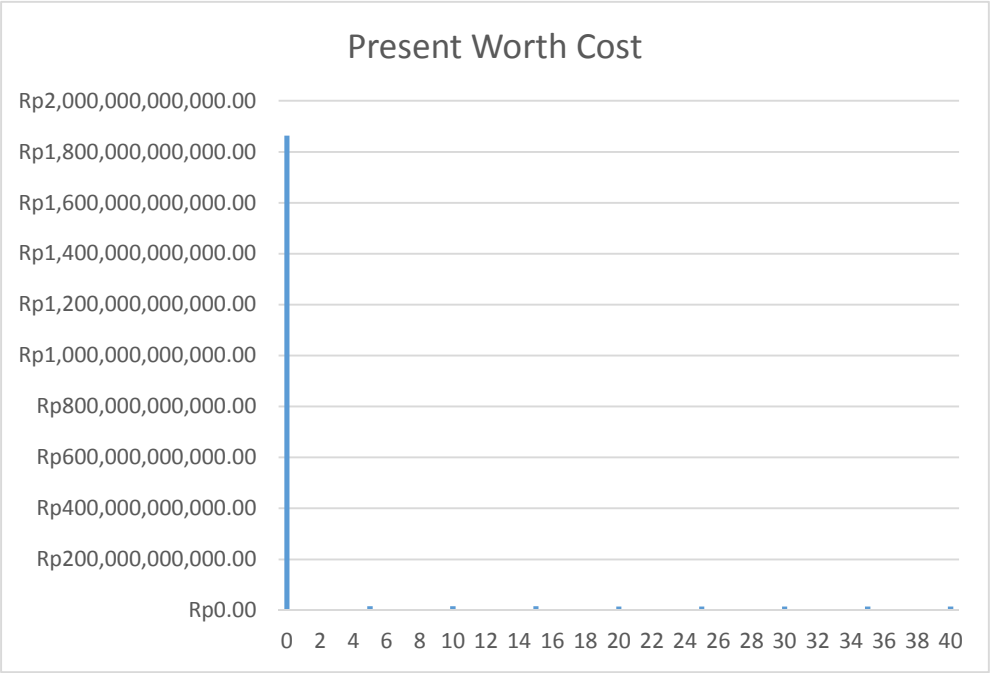
Sumber : Data Konsultan

Present worth cost merupakan nilai cost pada tahun (n) yang dikonversikan pada tahun dibuat studi kelayakan dengan menggunakan data suku bunga BI dan inflasi. Cost pada saat tahun ke-0 atau pada saat pembangunan adalah biaya investasi sedangkan mulai tahun ke-1 dimana proyek telah beroperasi cost merupakan biaya pemeliharaan dan operasional. Contoh perhitungan :

$$\text{Cost tahun ke -40} = 16.000.000.000 \times (1+(6,7/100))^{40} = \text{Rp}205,644,171,142.78$$

$$\text{Present Worth Cost} = \text{Rp}205,644,171,142. / (1+(7,12/100))^{40} = \text{Rp}13,130,880,351.20$$

Hasil perhitungan secara kumulatif dapat dilihat pada grafik berikut



Grafik 4 16 Present Worth Cost Ekonomi

Biaya investasi serta biaya operasional dan pemeliharaan ditampilkan secara kumulatif pada grafik 4.16. Biaya operasional dan pemeliharaan akan terus naik berdasarkan inflasi.

4.10.2. Benefit

Selanjutnya untuk perhitungan, dibutuhkan nilai suku bunga rata – rata untuk menghitung present *worth benefit* dan. Berikut adalah data suku bunga :

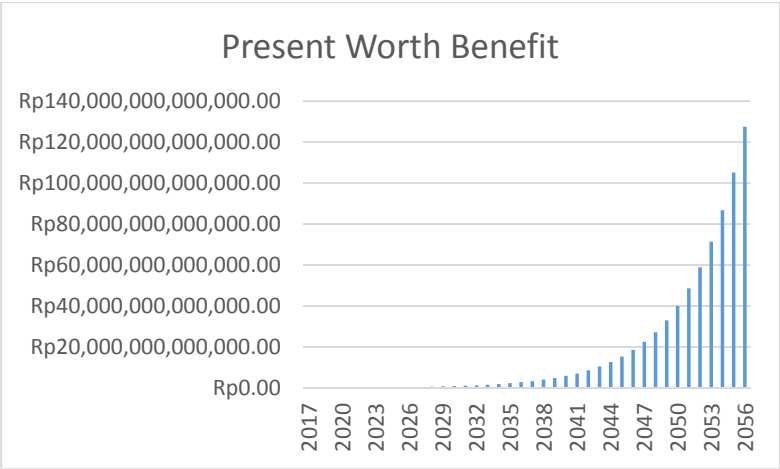
Tabel 4 35 Suku Bunga Bank Indonesia

2013	12-Des	12-Nop	08-Okt	12-Sep	29-Agust	15-Agust	11-Jul	13-Jun	14-Mei	11-Apr	07-Mar	12-Feb	10-Jan
	7,50 %	7,50 %	7,25 %	7,25 %	7,00%	6,50%	6,50 %	6,00 %	5,75 %	5,75 %	5,75 %	5,75 %	5,75 %
2014	11-Des	18-Nop	13-Nop	07-Okt	11-Sep	14-Agust	10-Jul	12-Jun	08-Mei	08-Apr	13-Mar	13-Feb	09-Jan
	7,75 %	7,75 %	7,50 %	7,50 %	7,50%	7,50%	7,50 %	7,50 %	7,50 %	7,50 %	7,50 %	7,50 %	7,50 %
2015	17-Des	17-Nop	15-Okt	17-Sep	18-Agust	14-Jul	18-Jun	19-Mei	14-Apr	17-Mar	17-Feb	15-Jan	
	7,50 %	7,50 %	7,50 %	7,50 %	7,50%	7,50%	7,50 %	7,50 %	7,50 %	7,50 %	7,50 %	7,75 %	
2016	21-Jul	16-Jun	19-Mei	21-Apr	17-Mar	18-Feb	14-Jan						
	6,50 %	6,50 %	6,75 %	6,75 %	6,75%	7,00%	7,25 %						

Sumber : bps.go.id

Dari tabel di atas, didapatkan rata – rata suku bunga Bank Indonesia per tahun adalah 7,12%.

Present worth benefit merupakan nilai benefit yang dikonversikan pada tahun awal pembangunan dengan menggunakan data suku bunga bank Indonesia. Pada awal pembangunan belum ada benefit karena tol belum beroperasi. Hasil perhitungan secara kumulatif dapat dilihat pada grafik berikut :



Grafik 4 17 Present Worth Benefit Ekonomi

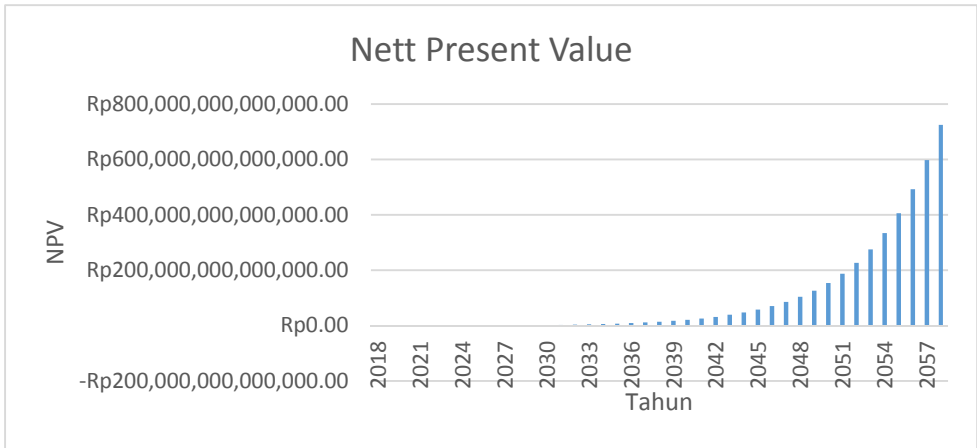
Benefit didapat dari total penghematan BOK dan Nilai Waktu. Benefit akan terus meningkat akibat makin bertambahnya volume kendaraan yang melewati jalan tol nilai manfaat naiknya harga jual tanah di sekitar jalan tol Porong – Gempol.

Dari kedua perhitungan diatas, dapat ditemukan Nett Present Value.

4.10.3. Perhitungan NPV, BCR, dan EIRR

Nett Present Value = Benefit – Cost

Hasil perhitungan NPV dapat dilihat pada grafik berikut :



Grafik 4 18 Nett Present Value Ekonomi

Dari grafik diatas, dapat dilihat BEP terjadi pada tahun 2050 atau tahun ke-33 sejak jalan tol beroperasi.

$$NPV = \text{Rp}724,409,035,150,153.00$$

$$BCR = \frac{\text{Rp}724,409,035,150,153.00}{\text{Rp}2,097,818,721,046.58}$$

$$= 346.3$$

Dari nilai 2 parameter diatas, didapatkan $NPV > 0$ dan $BCR > 1$

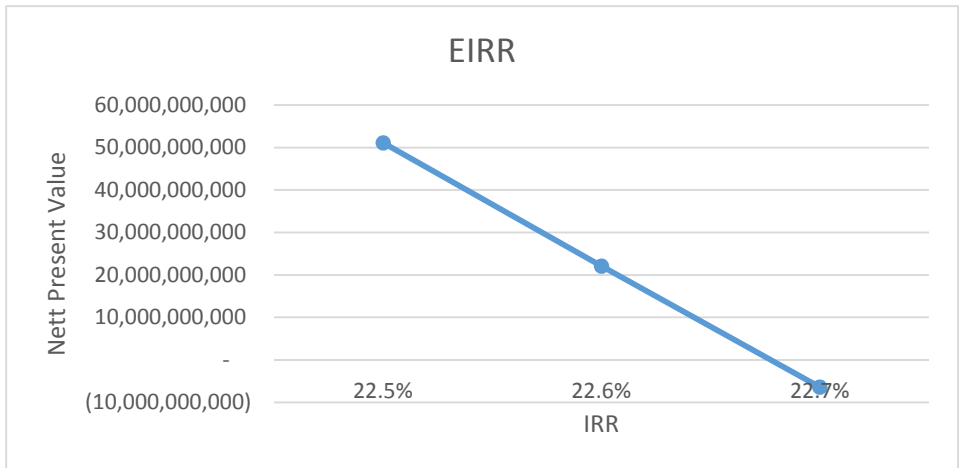
Selanjutnya, dicari nilai EIRR dengan menggunakan nilai NPV, digunakan rumus

$$IRR = I_1 + (I_2 - I_1) \frac{NPV_1}{NPV_1 - NPV_2}$$

$$IRR = 22.6\% + (22.7 - 22.6\%) \frac{11.718.533.858}{11.718.533.858 - (40.063.336.023)}$$

$$= 22.68\%$$

hasil dari perhitungan tersebut dapat dilihat pada grafik berikut :



Grafik 4 19 Economic Internal Rate of Return

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa nilai EIRR ada pada angka 22.68%. Nilai EIRR yang hanya menyentuh angka 22.68% lebih besar daripada suku bunga BI 7,12%. Karena itu jalan tol ini **layak** karena semua parameternya memenuhi.

4.11. Analisa Kelayakan Finansial

Analisa kelayakan ekonomi merupakan analisa yang memperhitungkan *benefit* yang berasal dari tariff tol serta *cost* yang merupakan total biaya pembangunan sehingga menghasilkan parameter untuk mengetahui kelayakan suatu proyek dari segi Finansial.

4.11.1. Tarif Tol

Tarif tol berasal dari selisih (keuntungan) biaya dari tiap golongan apabila melewati jalan nasional dengan biaya dari tiap golongan bila melewati jalan tol. Contoh Perhitungan keuntungan dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4 36 Perhitungan Keuntungan

No	Keterangan	Gol 1	Gol 2	Gol 3	Gol 4	Gol 5
	JALAN EKSISTING					
1	BOK Existing	2,624	6,377	7,028.98	7,541.10	9,393.71
2	Nilai Waktu	26,457	48,457	48,457	48,457	48,457
3	Panjang Jalan Lama	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
4	V Jalan Lama	42	40	37	35	33
5	Waktu Tempuh	0.14	0.15	0.16	0.17	0.18
6	Biaya di Eksisting	Rp19,524.15	Rp45,531.79	Rp50,031.79	Rp53,553.52	Rp65,172.64
	JALAN TOL					
1	BOK Tol	2,586	6,031	6,719	6,966	8,002
2	Nilai Waktu	26,457	48,457	48,457	48,457	48,457
3	Panjang Tol	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4
4	V Jalan Tol	80	65	60	60	60
5	Waktu Tempuh	0.08	0.10	0.11	0.11	0.11
6	Biaya di Tol	Rp18,668.51	Rp43,368.68	Rp48,173.36	Rp49,750.83	Rp56,384.30
	Keuntungan	Rp 855.64	Rp 2,163.11	Rp 1,858.43	Rp 3,802.69	Rp 8,788.34

Sumber : Hasil Perhitungan

Contoh perhitungan tariff tol

Golongan 1 :

Biaya di Eksisting = (BOK Existing x Panjang Jalan Lama)+(Nilai Waktu x Waktu Tempuh)

Biaya Existing = $(2624 \times 6) + (26457 \times 0.14) = 19.524$

Biaya di Tol = (BOK Tol x Panjang Jalan Tol)+(Nilai Waktu x Waktu Tempuh)

Biaya di Tol = $(2586 \times 6.4) + (26457 \times 0.08) = 18.669$

Keuntungan = Biaya Existing – Biaya di Tol

= $19.524 - 18.669 = \text{Rp } 856,-$

Selanjutnya menghitung tariff tol (diambil keuntungan 70%)

Tabel 4 37 Tarif Tol per Km

Keuntungan	Gol 1	Gol 2	Gol 3	Gol 4	Gol 5
30%	Rp 257	Rp 649	Rp 558	Rp 1,141	Rp 2,637
40%	Rp 342	Rp 865	Rp 743	Rp 1,521	Rp 3,515
50%	Rp 428	Rp 1,082	Rp 929	Rp 1,901	Rp 4,394
60%	Rp 513	Rp 1,298	Rp 1,115	Rp 2,282	Rp 5,273
70%	Rp 599	Rp 1,514	Rp 1,301	Rp 2,662	Rp 6,152

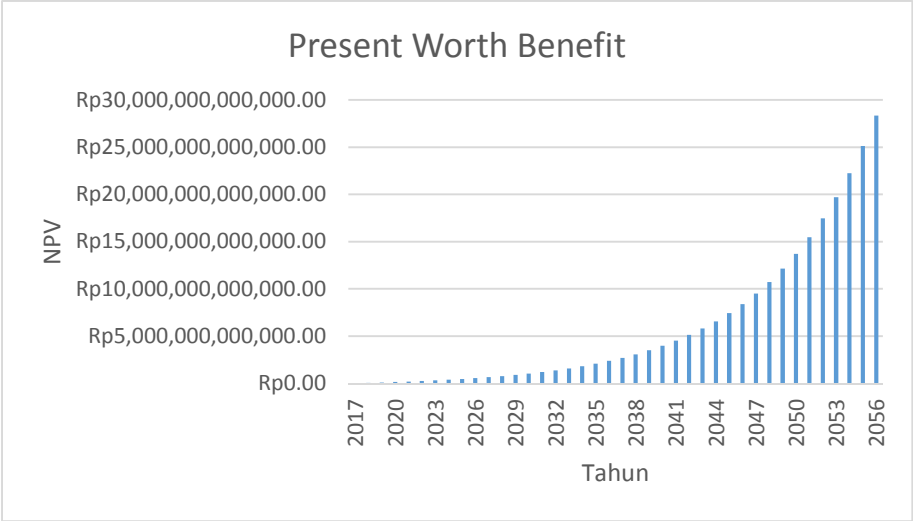
Lalu tariff tol tersebut dikalikan panjang jalan tol yaitu 6,4 km dan dibulatkan

Tabel 4 38 Tarif Tol

Keuntungan	Gol 1	Gol 2	Gol 3	Gol 4	Gol 5
30%	Rp 2,000.000	Rp 2,500.000	Rp 4,000.000	Rp 7,500.000	Rp 17,000.000
40%	Rp 2,500.000	Rp 3,500.000	Rp 5,000.000	Rp 10,000.000	Rp 22,500.000
50%	Rp 3,000.000	Rp 4,000.000	Rp 6,000.000	Rp 12,500.000	Rp 28,500.000
60%	Rp 3,500.000	Rp 5,000.000	Rp 7,500.000	Rp 15,000.000	Rp 34,000.000
70%	Rp 4,000.000	Rp 6,000.000	Rp 8,500.000	Rp 17,500.000	Rp 40,000.000

4.11.2. Benefit

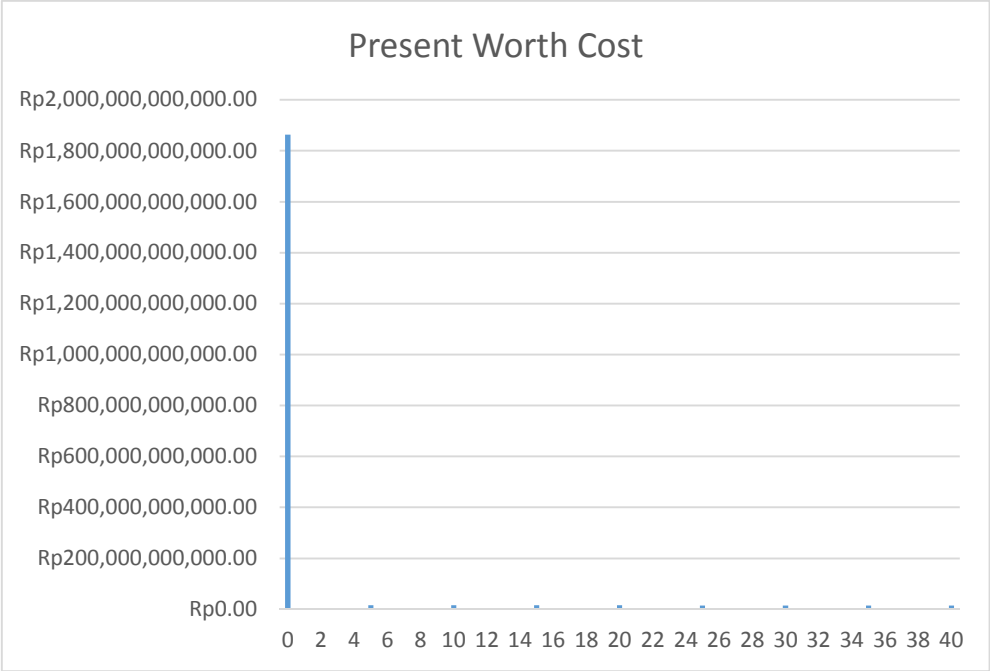
Pada analisa kelayakan finansial, *benefit* diambil dari tariff tol yang telah dihitung (digunakan keuntungan 70%), lalu dikalikan dengan volume lalu lintas tahunan sesuai golongannya yang melewati jalan tol. Tarif tol naik 6% setiap tahunnya



Grafik 4 20 Present Worth Benefit Finansial

4.11.3. Cost

Pada analisa kelayakan finansial, cost sama dengan pada analisa kelayakan ekonomi, yaitu berasal dari biaya investasi dan biaya operasional & perawatan.

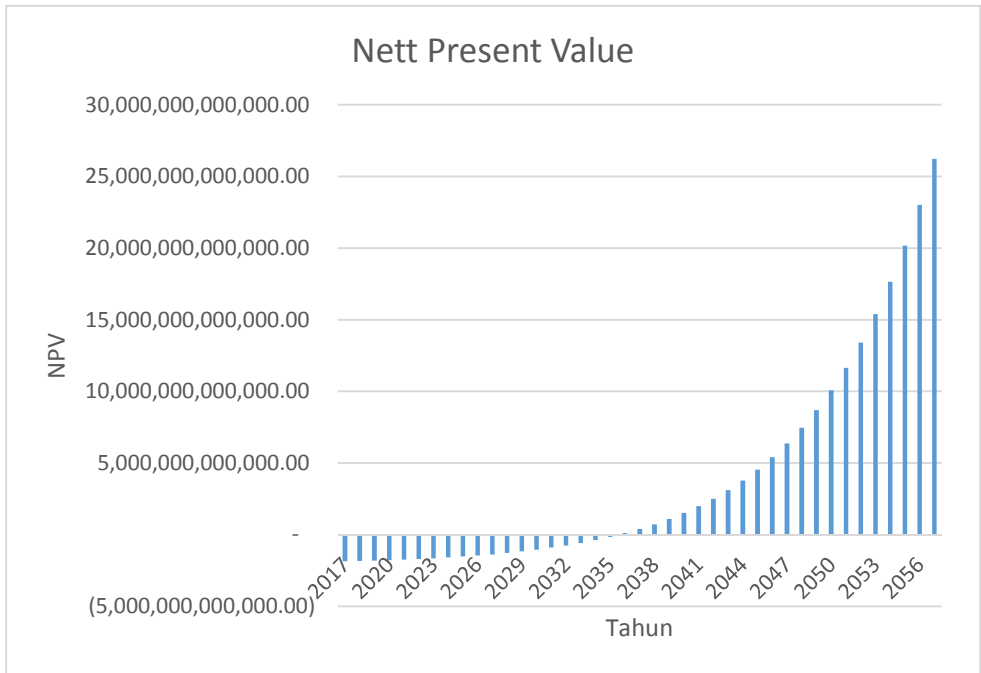


Grafik 4 21 Present Worth Cost Finansial

4.11.4. Perhitungan NPV, BCR, dan FIRR

Setelah itu, NPV dapat dihitung (dengan tariff keuntungan 70%)

Hasil perhitungan NPV dapat dilihat pada grafik berikut :



Grafik 4 22 Nett Present Value Finansial

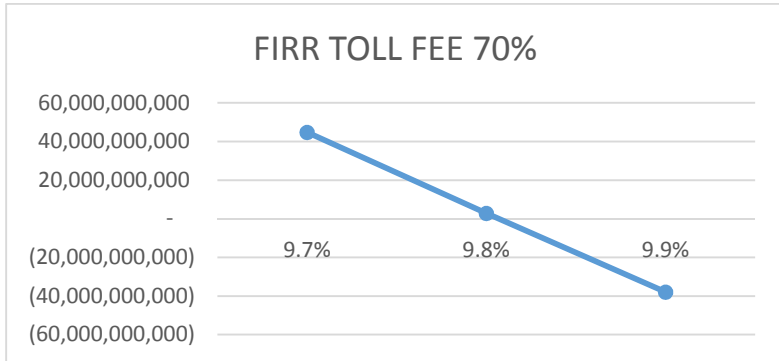
$$NPV = \text{Rp}26,232,356,382,205.70$$

$$BCR = \frac{\text{Rp}28,330,175,103,252.20}{\text{Rp}2,113,378,693,070}$$

$$= 13,41$$

Breakeven Point dicapai pada tahun 2037 yaitu tahun ke-19 tol beroperasi.

Selanjutnya menghitung FIRR dengan keuntungan tariff 70%, hasil dari perhitungan tersebut dapat dilihat pada grafik berikut



Grafik 4.23 Grafik *Financial Internal Rate of Return*

Dari hasil perhitungan didapatkan nilai FIRR sebesar 9,81%. Nilai tersebut lebih besar apabila dibandingkan dengan suku bunga pinjaman sebesar 9,75% (Pinjaman Kredit Korporat BCA)

4.12. Analisa Kelayakan Teknik

Pada analisa kelayakan teknik, akan dibahas 2 lengkung horizontal yang ada pada jalan tol porong – gempol

Lengkung 1 :

STA 39+300 :

Jenis Tikungan Spiral - Circle - Spiral

V rencana = 100 km/jam

Δ = 15 '

R = 400 m

Ls = 100 m

Menentukan θ_s :

$$\theta_s = \frac{L_s}{2R} \times \frac{360}{2\pi} = \frac{100}{2.400} \times \frac{360}{2\pi} = 7,1656$$

Menentukan Δc :

$$\Delta c = D - 2\theta s = 15 - (2 \times 7,16561) = 0,66879$$

Menentukan P :

$$\begin{aligned} p &= \frac{Ls^2}{6R} - R(1 - \cos \theta s) = \\ &= \frac{100^2}{6.400} - 400(1 - \cos 7,16561) = 1.042571 \end{aligned}$$

Menentukan k :

$$\begin{aligned} k &= Ls - \frac{Ls^3}{40R^2} - R \sin \theta s = \\ &= 100 - \frac{100^3}{40.400^2} - 400 \sin 7,16561 = 49,94869 \end{aligned}$$

Menentukan Ts :

$$\begin{aligned} Ts &= (R + p) \tan \frac{\Delta}{2} + k = \\ &= (400 + 1,042571) \tan \frac{15}{2} + 49,94869 = 102,7469 \end{aligned}$$

Menentukan Lc :

$$Lc = \frac{\Delta c}{360} \times 2\pi R = \frac{0,66879}{360} \times 2 \times 3.14 \times 400 = 4,66667$$

Menentukan L_{total} :

$$L_{total} = L_c + 2L_s = 4.666667 + 2 \cdot 100 = 204,6667$$

Kontrol

$$L_{total} < 2T_s = 204,6667 < 205,4939 \text{ (OK)}$$

Lengkung 2 :

STA 34+950 :

Jenis Tikungan Spiral - Circle - Spiral

V rencana = 100 km/jam

R = 800 m

$$\begin{array}{rcl}
 e_{\max} & = & 10 \quad \% \\
 \Delta & = & 16 \\
 L_s & = & 65
 \end{array}$$

Menentukan θ_s :

$$\theta_s = \frac{L_s}{2R} \times \frac{360}{2\pi} = \frac{65}{2400} \times \frac{360}{2\pi} = 2,32882$$

Menentukan D_c :

$$\Delta c = D - 2\theta_s = 16 - (2 \times 2,32882) = 11,34236$$

Menentukan P :

$$\begin{aligned}
 p &= \frac{L_s^2}{6R} - R(1 - \cos \theta_s) = \\
 &= \frac{65^2}{6.800} - 800(1 - \cos 2,32882) = 0,219473
 \end{aligned}$$

Menentukan k :

$$\begin{aligned}
 k &= L_s - \frac{L_s^3}{40R^2} - R \sin \theta_s = \\
 &= 65 - \frac{65^3}{40.800^2} - 800 \sin 2,32882 = 32,48174
 \end{aligned}$$

Menentukan T_s :

$$\begin{aligned}
 T_s &= (R + p) \tan \frac{\Delta}{2} + k = \\
 &= (800 + 0,219473) \tan \frac{16}{2} + 32,48174 = 144,9453
 \end{aligned}$$

Menentukan L_c :

$$L_c = \frac{\Delta c}{360} \times 2\pi R = \frac{11,34236}{360} \times 2 \times 3.14 \times 800 = 158,2889$$

Menentukan L_{total} :

$$L_{\text{total}} = L_c + 2L_s = 158,2889 + 2 \cdot 65 = 288,2889$$

Kontrol

$$L_{\text{total}} < 2T_s = 288,2889 < 289,8905 \text{ (OK)}$$

4.13. Analisa Sensitivitas

Analisa sensitivitas merupakan analisa persentase kendaraan yang akan berpindah ke jalan tol dari jalan nasional sesuai dengan tariff tol yang berlaku.

4.13.1. Sensitivitas Tarif Tol Normal

Perhitungan analisa sensitivitas dengan tariff tol keuntungan 50% dapat dilihat pada tabel dibawah ini

$$\Delta T = A - (T + TR/TV)$$

ΔT = Selisih waktu jalan lama dan jalan tol

A = Waktu tempuh pada jalan lama

T = Waktu tempuh pada jalan tol

TR = Tarif tol

TV = Nilai Waktu Kendaraan per jam

Tabel 4 39 Waktu Tempuh Jalan Lama dan Jalan Tol Tarif Normal

Zona Asal	A	T+TR/TV
	(menit)	(menit)
Ruas Paket 1	4.29	6.25
Ruas Paket 2	4.29	5.35

Tabel 4 40 Perhitungan Model Regresi JICA 1 Tarif Normal

No	ΔT	P1	Log P1	Log ΔT			
	X	Y	(Yi)	(Xi)	Log X_i^2	$X_i Y_i$	log Yi
1	1.97	51.66	1.713090177	0.027758765	3.1132	0.047553	0.23378
2	1.07	51.65	1.713120151	0.29358436	1.064534	0.502945	0.233788
		51.66	3.43	0.32	4.18	0.55	0.47

Keterangan :

P1 = Data OD

$$\Delta T = A - (T + TR/TV)$$

$$\begin{aligned}
 b &= \frac{n \cdot \sum X_i Y_i - (\sum X_i) \cdot (\sum Y_i)}{n \cdot \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2} \\
 &= \frac{(2 \times 0.55) - (0.32 \times 3.43)}{(2 \times 4.18) - (0.32^2)} \\
 &= 0.00000023
 \end{aligned}$$

$$\text{Log } a = \sum \frac{\log Y_i}{n} - b \cdot \frac{\sum X_i}{n} = 0,233784$$

$$a = 10^{(\log a)} = 0,233784$$

$$P = 0.234 X^{0.00000023}$$

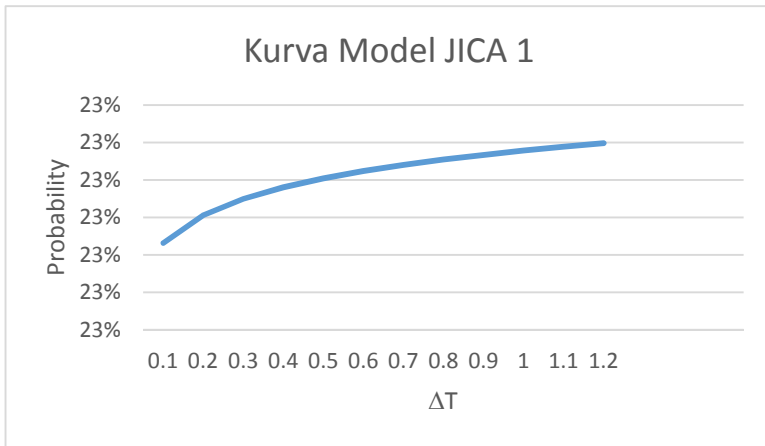
$$X = 0.1 \quad P = 0,234 \times (0,1)^{0.00000023} = 0.23378377$$

$$X = 0.2 \quad P = 0,234 \times (0,2)^{0.00000023} = 0.23378380$$

$$X = 0.3 \quad P = 0,234 \times (0,1)^{0.00000023} = 0.23378382$$

$$X = 0.4 \quad P = 0,234 \times (0,1)^{0.00000023} = 0.23378384$$

$X = 0.5$	$P = 0,234 \times (0,1)^{0,00000023} = 0.23378385$
$X = 0.6$	$P = 0,234 \times (0,1)^{0,00000023} = 0.23378386$
$X = 0.7$	$P = 0,234 \times (0,1)^{0,00000023} = 0.23378387$
$X = 0.8$	$P = 0,234 \times (0,1)^{0,00000023} = 0.23378388$
$X = 0.9$	$P = 0,234 \times (0,1)^{0,00000023} = 0.23378388$
$X = 1$	$P = 0,234 \times (0,1)^{0,00000023} = 0.23378388$
$X = 1.07$	$P = 0,234 \times (0,1)^{0,00000023} = 0.23378389$
$X = 1.1$	$P = 0,234 \times (0,1)^{0,00000023} = 0.23378389$
$X = 1.2$	$P = 0,234 \times (0,1)^{0,00000023} = 0.23378390$



Grafik 4 23 Persentase Kendaraan Melewati Jalan Tol Tarif Normal

4.13.2. Sensitivitas Tarif Diskon 20%

Perhitungan analisa sensitivitas menggunakan tariff normal yang didiskon 20%

Tabel 4 41 Waktu Tempuh Jalan Lama dan Jalan Tol Tarif Diskon

Zona Asal	A	T+TR/TV
	(menit)	(menit)
Ruas Paket 1	4.29	5.57
Ruas Paket 2	4.29	4.67

Tabel 4 42 Perhitungan Model Regresi JICA 1 Tarif Diskon

No	ΔT	P1	Log P1	Log ΔT			
	X	Y	(Yi)	(Xi)	Log X_i^2	$X_i Y_i$	log Yi
1	1.29	64.44	1.809168917	0.41379517	0.766429	0.748625	0.257479
2	0.39	75.83	1.879850585	0.109126202	1.924142	0.205141	0.274123
		140.27	3.69	0.52	2.69	0.95	0.53

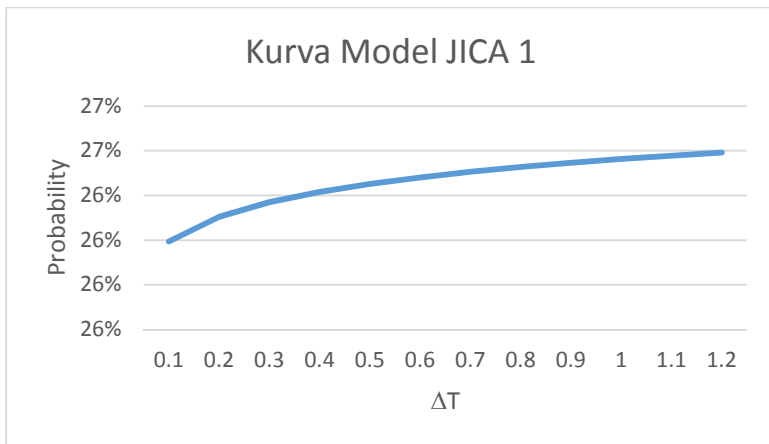
$$\begin{aligned}
 b &= \frac{n \cdot \sum X_i Y_i - (\sum X_i) \cdot (\sum Y_i)}{n \cdot \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2} \\
 &= \frac{(2 \times 0.95) - (0.52 \times 3.69)}{(2 \times 2.69) - (0.52^2)} \\
 &= 0.00151599
 \end{aligned}$$

$$\text{Log } a = \sum \frac{\log Y_i}{n} - b \cdot \frac{\sum X_i}{n} = 0,265$$

$$a = 10^{(\log a)} = 0,265$$

$$P = 0.265 X^{0,00151599}$$

X = 0.1	$P = 0,265 \times (0,1)^{0,00151599} = 0.26398$
X = 0.2	$P = 0,265 \times (0,1)^{0,00151599} = 0.26426$
X = 0.3	$P = 0,265 \times (0,1)^{0,00151599} = 0.26442$
X = 0.4	$P = 0,265 \times (0,1)^{0,00151599} = 0.26454$
X = 0.5	$P = 0,265 \times (0,1)^{0,00151599} = 0.26463$
X = 0.6	$P = 0,265 \times (0,1)^{0,00151599} = 0.26470$
X = 0.7	$P = 0,265 \times (0,1)^{0,00151599} = 0.26476$
X = 0.8	$P = 0,265 \times (0,1)^{0,00151599} = 0.26482$
X = 0.9	$P = 0,265 \times (0,1)^{0,00151599} = 0.26486$
X = 1	$P = 0,265 \times (0,1)^{0,00151599} = 0.26491$
X = 1.1	$P = 0,265 \times (0,1)^{0,00151599} = 0.26495$
X = 1.2	$P = 0,265 \times (0,1)^{0,00151599} = 0.26498$



Grafik 4 24 Persentase Kendaraan Melewati Jalan Tol Tarif Diskon

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil analisis dan perhitungan volume without project dalam tugas akhir ini, didapatkan kondisi jalan eksisting sebelum pembangunan Jalan Tol Porong - Gempol, pada tahun 2018 derajat kejenuhan pada ruas Bawen-Batas kota Salatiga sebesar 0,34. Setelah ada nya pembangunan Jalan Tol derajat kejenuhan pada Jalan Arteri Baru Porong menjadi 0,21.

2. Berdasarkan hasil analisis dan perhitungan trip assignment dengan metode Kadiyali, didapatkan persentase volume kendaraan yang akan pindah ke Jalan Tol Porong - Gempol. Persentase kendaraan yang akan pindah dari Jalan Tol Porong - Gempol sebanyak :

Golongan 1 : 50,57%

Golongan 2 : 50,58%

Golongan 3 : 50,58%

Golongan 4 : 50,57%

Golongan 5 : 50,56%

3. Analisa kelayakan dari aspek ekonomi menunjukkan nilai BCR sebesar 346,3 ($BCR > 1$), nilai NPV sebesar Rp 724.409,035,150,153,- ($NPV > 0$). Selain itu didapatkan nilai EIRR sebesar 22,68% > nilai suku bunga BI 7,12%. Sehingga pembangunan Jalan Tol Porong - Gempol ini dinyatakan layak dari aspek ekonomi karena BCR dan NPV,serta IRR memenuhi persyaratan kelayakan. Analisa kelayakan dari aspek Finansial menunjukkan nilai BCR sebesar 13,41% ($BCR > 1$), nilai NPV sebesar Rp 26,216,796,410,183 ($NPV > 0$) dan FIRR 9,81%.

Sehingga pembangunan Jalan Tol Porong - Gempol ini dinyatakan layak dari aspek Finansial karena parameter yang memenuhi. Pada analisa kelayakan teknik tikungan yang ada pada jalan tol tersebut layak secara teknik. Analisa sensitivitas menunjukkan bahwa pada golongan 1 apabila tariff diturunkan sebesar 20% maka kendaraan yang pindah ke jalan tol bertambah sebanyak 3%

5.2. Saran

Hasil analisis dan perhitungan dalam tugas akhir ini menunjukkan bahwa pembangunan Jalan Tol Porong - Gempol dinyatakan layak dari aspek ekonomi, dimana hal ini menguntungkan bagi pengguna jalan. Sehingga diharapkan Jalan Tol Porong - Gempol ini segera beroperasi agar perjalanan melalui jalan tol Surabaya – Gempol menjadi lebih efisien

DAFTAR PUSTAKA

Anonim (2003), *Pd T14-2003 Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen*, Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah.

Anonim (2005), *Pd T18-2005-B Pedoman Konstruksi dan Bangunan : Pra Sudi Kelayakan Proyek Jalan dan Jembatan*, Departemen Pekerjaan Umum.

Anonim (2014), *Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia*, Direktorat Umum Bina Marga.

Lailatus, Sulalah .2017." *Studi Kelayakan Pembangunan Jalan Tol Krian-Legundi-Bunder-Manyar Seksi 3 dan 4*".Surabaya:ITS.

Nugraha, Adhitya Budi .2013." *Studi Kelayakan Jalan Tol Bawen-Salatiga*".Surabaya:ITS.

Republik Indonesia, 2005, *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 15 Tahun 2005 Tentang Jalan Tol*, Sekretariat Kabinet RI, Jakarta.

Republik Indonesia, 2009, *Undang - Undang No. 22 Tahun 2009 Tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan*, Lembaran Negara RI Tahun 2009, Sekretariat Negara, Jakarta.

Republik Indonesia, 2004, *Undang - Undang No. 38 Tahun 2004 Tentang Jalan*, Lembaran Negara RI Tahun 2004, Sekretariat Negara, Jakarta.

Tamin, Ofyar Z., *Ekonomi Transportasi*, Penerbit ITB, Bandung..

Halaman ini sengaja dikosongkan

BIODATA PENULIS



Penulis bernama lengkap Rachmadi Setyawan, dilahirkan di Kota Surabaya, pada tanggal 8 Juni 1996 merupakan anak keempat dari empat bersaudara dari pasangan suami istri Bapak Sanyoto dan Ibu Setyowati.

Penulis menempuh pendidikan dimulai dari SDN Pepelegi 1 Sidoarjo (lulus tahun 2008), melanjutkan ke SMPN 22 Surabaya (lulus tahun 2011) dan SMAN 16 Surabaya (lulus tahun 2014) hingga akhirnya menempuh masa kuliah di Diploma IV Teknik Sipil, Departemen Infrastruktur Teknik Sipil ITS.

Akhir kata penulis mengucapkan rasa syukur yang sebesar-besarnya atas terselesaikannya Tugas Akhir yang berjudul “Studi Kelayakan Pembangunan Jalan Tol Porong - Gempol”.